ESEN-CPS-BK-0000001125-ESE

472900

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس ـ القاهرة ج.م.ع ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الثالث والثلاثون - العدد الأول ١٩٩٤ ردمد ١١١٠ - ١٢٥٣

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة **ABSTRACT** بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها ألقابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر أىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

  ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الارقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لاسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

- داخل البلاد :

الاشتراك السنوى للمهندسين	٢٠ جنيها
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	٥٠ جنيها
الاشتراك السنوى للهيئات	٥٠٠ جنيها

- بالخارج :

للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنويا .

وذلك عن الأربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

ـ الجيل للطباعة تليفون ٩٠٤٣٤٣ رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

محتويات العـــدد

القسم العربى :

القسم الأفرنجى :



في ذكرى عيد البترول الثامن عشر :

البترول المصرى .. التحديات .. ومستقبل التنمية الاقتصادية

د. م. حمدى البنبى
وزير البترول

فى مناسبة احتفال قطاع البترول المصرى بالعيد القومى الثامن عشر ، ذلك اليوم الذى يرتبط بأكبر تحد واجهته مصر وهو تحرير أراضى سيناء ، تجدر الإشارة إلى التحديات الضخمة والمتلاحقة والمستجدات التى طرأت على الساحة الدولية والمحلية ، وكيفية الاستعداد لها والتعامل معها فى ضوء المصلحة العليا للبلاد ، وفى ضوء أن البترول يعتبر القطاع الحاكم ، وبدونه تستحيل أية تنمية شاملة للبلاد .

ومن هذا المنطلق نقدم فى احتفالاتنا كل عام ، كشف حساب أو بمعنى آخر حصادا للإنجازات والجهود المبذولة والعمل الدؤوب فى كل الاتجاهات ، فقطاع البترول المصرى قطاع رائد ، يتسم بالمرونة والديناميكية ، لديه فكر متطور واستراتيجية واضحة تمكنه من بلوغ أهدافه وسياساته .

قطاع البترول المصرى .. والمتغيرات الدولية

يرتبط قطاع البترول المصرى ، من خلال القيادة السياسية ، بعلاقات مع العالم الخارجي ، سواء دول العالم الصناعى ، الدول العربية ، وباقى دول العالم النامى . ولقطاع البترول علاقات ممتازة مع جميع دول العالم المتقدم ، وذلك من خلال شركات البترول العالمية التى تعمل فى مصر ، تقوم على الاحترام والثقة المتبادلة ، واحترام الحقوق والواجبات والمصالح الاقتصادية للطرفين .

وهذا هو الإطار الذى ترسخ الآن لدى تلك الشركات التى نتعامل معها من منطلق « الندية » باتخاذ القرار السليم ، واحترام الاتفاقيات بشكل أساسى .. مع المصداقية .

وخير مثال على ذلك أن شركة مثل « أجيب » ستحتفل العام القادم بمناسبة مرور أربعين عاماً على عملها فى مصر ، وتعد من أقدم الشركات الموجودة فى مصر ، ولازالت استثماراتهم فى تزايد نتيجة للاحترام المتبادل والمصداقيه ، وكذلك هناك شركتا « أموكو » و «فيليبس» ويعملان فى مصر منذ حوالى ٣٧ عاماً مما يعطى انطباعاً جيداً عن الأوضاع المستقرة التى تتميز بها مصر .

وتجدر الإشارة إلى أن المتغيرات الدولية التى حدثت فى أوائل التسعينيات فى الاتحاد السوفييتى ودول الكتلة الشرقية سابقاً والاتجاه إلى اقتصاد السوق الحر ، وما يسمى بالنظام العالمى الجديد ، وفى ظل انخفاض أسعار البترول العالمية ، نتيجة لزيادة العرض على الطلب العالمى ، أدت إلى وجود منافسة شديدة وشرسة فى ظل الاتفاقيات الحالية ، حيث انخفض العائد على رأس المال نتيجة انخفاض أسعار البترول ، فى الوقت الذى ترتفع فيه أسعار المواد الخام التى تدخل فى صناعة البترول من حفارات ، ومواد كيماوية ، ومواسير ، وأجهزة ومعدات ....

وكما هو معروف أن معظم الشركات العالمية شركات مساهمة ، وكلما قل الربح بدأت هذه الشركات فى بيع أسهمها والتحول إلى صناعات أخرى ذات ربحية أعلى وأكثر استقراراً .

وترتب على هذا الوضع انخفاض الأموال المتاحة للبحث والتنقيب عن البترول فى كل انحاء العالم ، وبدأت شركات عالمية كبيرة فى الاستغناء عن عمالة كثيرة ، حتى العمالة المدربة ذات الخبرة المرتفعة .

وتجدر الإشارة إلى أن بعض الشركات قامت بتخفيض استثماراتها خارج حدودها بنسبة تراوحت بين ٣٠ - ٣٥ ٪ من رأس المال المتاح .

وقد أدى النظام العالمى الجديد إلى اتجاه معظم الاستثمارات الغربية إلى دول الاتحاد السوفييتى السابق ، الذى يفتقر للتكنولوجيا المتقدمة والاستثمارات ، ويمتلك احتياطيات بترولية وغازية ضخمة وجيولوجياتها متقاربة جداً مع جيولوجيات دول الخليج . وهناك بعض الدول مثل الهند فتحت أبوابها على مصراعيها وتقدم اتفاقيات بدون شروط كنوع من أنواع التنازل ، وكذلك الصين ، ودول جنوب شرق آسيا وفيتنام . وتحاول بعض دول الخليج العربى ، أيضا ، جذب الاستثمارات العالمية لصناعتها البترولية نتيجة المبالغ الطائلة التى خسرتها إبان حرب الخليج .

وأدى ذلك إلى أن هذه المناطق أصبحت عنصر جذب للدولار الاستكشافى والانتاجى ، وأصبحت المحصلة النهائية أن كل شركة ، نتيجة انخفاض استثماراتها وزيادة فرص الاستثمار المطروحة فى المناطق السابق ذكرها ، تقوم بما يسمى إعادة « ترتيب البيت » ، فالمناطق التى تحقق لها مكاسب يتوجهون باستثماراتهم إليها ، والتى لا تحقق لهم هذا يتركونها ويذهبون إلى مناطق أخرى .

وهكذا وجد قطاع البترول المصرى نفسه فى موقف صعب يحتم التفكير بأسلوب مختلف لمواكبة هذه الظاهرة ويمكنه من الاستمرار ومقابلتها بمرونة وديناميكية ، وتمثلت استراتيجياتنا فى العديد من الاتجاهات لمقابلة هذه الظروف :

أولاً : استغلال الاستقرار السياسى والأمنى الموجود فى مصر ، مقارنة بالأوضاع غير المستقرة فى الاتحاد السوفييتى السابق ، وبالتالى تقل نسبة المخاطرة للشركات الأجنبية ، والحصول على شروط أفضل مما تحصل عليه الدول الأخرى .

ويتمثل الجزء الآخر من الاستقرار فى التخلص من البيروقراطية ، وقد قطع قطاع البترول خطوات كبيرة فى هذا المجال ، حيث يتم تعامل الشركات الأجنبية مع الجهات الأخرى الموجودة فى الدولة (الضرائب ، الجمارك ، التأمينات الاجتماعية ، تصاريح العمل ...) من خلال الهيئة المصرية العامة للبترول مما يسهل إنجاز تلك الأعمال فى سهولة ويسر وفى وقت قياسى .

كما أن وجود العمالة المصرية المدربة ، ووجود نظام مصرفى قوى وعدم وجود قيود مالية وتعقيدات بيروقراطية تعتبر من الأمور الهامة التى تدخل فى التقييم الاقتصادى لتلك الشركات .

ثانياً : النظر فى الاتفاقيات البترولية الحالية ، وإذا كان **هناك نص طارد يتم تغييره بنص جاذب** مع الاحتفاظ بنفس التوازن بين الحقوق والواجبات .

وخير مثال على ذلك ما تم بشأن تسعير الغاز الطبيعى فى الاتفاقيات مع الشريك الاجنبى التى كانت سائدة فى منتصف الثمانينات ، فقد نصت على أن يتم تسعير الغاز الطبيعى على أساس معادلة حسابية تربط سعره بسعر المازوت المتوسط ، أى بين المازوت منخفض الكبريت ١٪ والمازوت مرتفع الكبريت ٣٫٥٪ ، وعلى أن يرتبط تسعيره ، أيضا ، على أساس المحتوى الحرارى له ، والذى يتم على أساس سعر المازوت مع خصم ١٥٪ من السعر العالمى المعلن طبقاً للمعادلة الحسابية ، والتى تسمى بالمسطرة ، والتى يبنى عليها الشريك الاجنبى كل حساباته المتعلقة بأرباحه واسترداد استثماراته .

وفيما مضى كانت هذه المسطرة مقبولة للشريك الأجنبى ، ولكن لأن سعر المازوت الذى يعتبر أساسا للقياس سوف يختفى من النشرات العالمية خلال السنوات القادمة ، نظراً للظروف المشددة للمواصفات التى تخص الحفاظ على

البيئة واستخدام منتجات خالية من الكبريت ، إذ لابد أن يختفى هذا المازوت المرتفع الكبريت ، أو على الأقل ستنخفض أسعاره فى الوقت الراهن وفى المستقبل ، لما تفرضه الدول من قيود على استخدامه لأسباب تتعلق بتلوث البيئة والحفاظ عليها . ونتيجة لذلك سوف يختفى الأساس أو المعادلة الحسابية ، ومن الطبيعى أن يطمئن المستثمر إلى توفير أساس عادل لاحتساب تسعير الغاز الطبيعى لحصته التى يبيعها للهيئة المصرية العامة للبترول إذا قررت شراءها .

ولهذا السبب تم تعديل المعادلة الحسابية واستقر الرأى على ربط تسعير الغاز بالزيت المصرى كمرجع خليط خليج السويس باعتباره خام الإشارة للبترول المصرى ، وهو خام جيد معترف به عالمياً ، وأسعاره منشورة فى النشرات العالمية ، وهو ما يطمئن الشريك الأجنبى .

وقد تطلب ذلك ضرورة تعديل التشريع فى بند تسعير الغاز بالاتفاقيات البترولية لتنقيتها من البند الطارد وتحويله إلى بند جاذب ، مع الاحتفاظ بالحقوق والواجبات الواردة فى الاتفاقية .

ثالثاً : محاولة الاحتفاظ بالشركات الموجودة حالياً بقدر المستطاع ، والعمل - من خلال هيئة البترول - على توفير وتبادل المعلومات الجيولوجية الخاصة بمصر بين شركات البترول العاملة فى مصر ، بغرض توفير الاستثمارات التى كانت ستنفقها الشركات الأجنبية للحصول على المعلومات المتوفرة لدى هيئة البترول .

وإذا كان هناك بعض الشركات التى قد تنهى استثماراتها ، فنحن نحاول أن نعوض ذلك عن طريق دعوة شركات القطاع الخاص المصرى ، وجذب رجال الأعمال ، والسماح لهم بالاطلاع على المعلومات الجيولوجية المطلوبة ، ومنحهم بعض الشروط الميسرة ، ومساعدتهم ومدهم بالخبراء والفنيين الموجودين فى هيئة البترول وشركاتها ، ويوجد لدينا ، الآن ، شركتا قطاع خاص ستبدآن فى العمل ، آملين أن تسد هاتان الشركتان الفجوة التى قد تحدث .

وهناك أسلوب آخر يتمثل فى محاولة إعادة جذب الشركات التى كانت تعمل فى مصر ، وتركتها فى ظروف مختلفة من النواحى الإدارية . كما يتم إقامة الندوات فى أماكن تواجد هذه الشركات لتعريفها بالتطورات التى حدثت فى النظام الإدارى ونحاول اجتذابها ، وبالفعل عادت إحدى هذه الشركات .

قطاع البترول .. والعلاقات الداخلية

تستهدف سياسة قطاع البترول تقديم الخدمة للمواطن فى سهولة ويسر ، وفى المكان والزمان المناسبين ، عن طريق نشر مراكز توزيع البوتاجاز ، وإنشاء محطات لتعبئته ، وتطوير محطات التموين والخدمة لصالح المستهلك الفرد .

وفى هذا الصدد يولى قطاع البترول أهمية خاصة بتوفير الخدمة للأماكن النائية فى أعالى مصر ، والعمل على إنشاء محطات خدمة على الطريق الجديد المؤدى إلى الصعيد من أجل إنعاش الحركة السياحية ، ومعاونة باقى الأنشطة فى قطاعات الدول المختلفة .

وجدير بالذكر أن استراتيجية قطاع البترول المصرى تعتمد على محورين محددين هما : -

- الاكتفاء الذاتى لأطول فترة ممكنة حتى لا نعجل بدخولنا فى نطاق الدول المستوردة للبترول ، وتوفير نصيب عادل ومناسب للأجيال القادمة . ولذلك نعمل دائما على تحقيق توازن أساسى يتمثل فى ترشيد الاستهلاك والإدارة العلمية لزيادة الاحتياطيات ، حتى لا يتم استنزافها ، لصالح الأجيال القادمة .

- ضرورة توفير فائض مناسب للتصدير ليساهم فى عمليات التنمية الشاملة .

وفى ضوء محدودية احتياطيات الزيت الخام المصرى ، يولى قطاع البترول أهمية كبيرة لتشجيع الشركات العالمية للبحث عن الغاز الطبيعى وتنميته وإحلاله محل البترول السائل فى الاستخدامات المتعددة .

ونتيجة لهذه السياسة تحقق خلال العامين الماضيين زيادة معدلات الاحتياطيات من الغاز الطبيعى ، نتيجة للاكتشافات الغازية ، من ١٢ تريليون قدم مكعب إلى ٢١ تريليون قدم مكعب .

وجدير بالذكر أن هذه الاكتشافات الغازية تحتاج إلى حوالى

١٨ مليار جنيه ، ولا نستطيع تدبير هذا التمويل إلا من خلال الشركات العالمية ، لاستبعاد فكرة الاقتراض من الخارج لأنها تعنى ببساطة العودة للوراء خطوات كثيرة ، مما يؤدى الى الإضرار بخطة الإصلاح الإقتصادى .

وكما هو معروف فإن الاستثمارات فى مجال الغاز الطبيعى لابد أن تنفق بالكامل حتى يتم الحصول على الغاز ، نظراً لطبيعته الغازية ، وإجراءات الأمن والسلامة المرتبطة بعملياته ، وهو تحدٍّ من التحديات التى يواجهها قطاع البترول . وفى حالة تحقيق الاكتفاء الذاتى وتصدير الفائض فإننا نحتاج لتوفير تمويل نحو ٣ مليار دولار حتى نستطيع دخول هذا المجال .

وتكمن أهمية الغاز الطبيعى فى كونه البديل الطبيعى للطاقة النووية ، التى تستخدم فى توليد الكهرباء ويستبعد حالياً دخول مصر فى هذا المجال .

وتكمن أهمية الغاز الطبيعى فى كونه البديل الطبيعى للطاقة النووية ، التى تستخدم فى توليد الكهرباء ويستبعد حالياً دخول مصر فى هذا المجال .

وتجدر الإشارة أن حوالى ٧٥٪ - ٨٠٪ من الطاقة الكهربائية المولدة تستخدم الغاز الطبيعى ، مما أدى إلى توفير الوقود السائل للتصدير ، هذا بالإضافة إلى أنه وقود نظيف يحمى البيئة من التلوث .

وتستهدف سياسة قطاع البترول تطوير الخطة القومية للغاز بما يتفق مع الاكتشافات البترولية الجديدة وقواعد البيئة العالمية ، وقانون البيئة المصرى الجديد الذى سيصدر قريباً إن شاء الله .

وسيتم تكوين مجموعة عمل لدراسة تطوير هذه الخطة لتساير المتغيرات العالمية ، لأن الغاز سيكون الوقود الحضارى المستخدم .

وفى هذا الصدد لابد وأن تشتمل الخطة القومية للغاز على نوع من أنواع الأولويات بالنسبة لاستخدام الغاز ، والمساعدة على قيام الصناعات داخل مصر التى تستخدم المنتجات البترولية كمادة وسيطة ، وندرس من جديد طريقة جديدة للتسعير ، تشجع المنتج المصرى حينما يستخدم المنتج الوسيط من قطاع البترول ، حتى وإن كان سعره أقل من السعر الاقتصادى ، متحملين نوعا من أنواع التضحية ، بما يؤدى فى النهاية إلى إتاحة فرص عمالة جديدة ، وإقامة صناعة محلية تستطيع منافسة الصناعات الأجنبية ، فى ظل إتجاه الدولة لزيادة الصادرات .

وفى النهاية أتوجه إلى جميع العاملين بقطاع البترول المصرى بالشكر والثناء على جهودهم الشاقة من أجل رفعة قطاعهم وخدمة مصر .. لكل العاملين كل تقدير ، وكل عام وأنتم بخير .

تقييم وتحليل وعلاج الحوائط المعرضة لتأثيرات حرارية

د. فاطمة احمد شاكر(١) ، د. هانىء محمد الهاشمى(٢) ، د. أحمد شريف العيسوى(٣)

مدخل

يقدم هذا البحث دراسة عن أسلوب تقييم الكفاءة الإنشائية للحوائط المعرضة لتاثيرات حرارية عالية نسبياً . ويتناول البحث الدراسة الفيزيائية اللازمة لتحديد سلوك انتقال الحرارة خلال طبقات الحوائط ، ثم التحليل الإنشائى التالى لها لتحديد توزيع القوى الداخلية الناجمة . وفى سبيل توضيح ذلك يقدم البحث نتائج دراسات فيزيائية وإنشائية تمت لتقييم وتشخيص أسباب تشرخ حوائط مجارى مدخنة بأحد المصانع الاستراتيجية الكبرى بمصر ، حيث تفسر النتائج النظرية المتوصل إليها أشكال وتوزيعات الشروخ الحادثة فى الحوائط تحت تاثير فروق درجات حرارة فى حدود ٢٠٠ درجة مئوية بين السطحين الداخلى والخارجى للحائط . كذلك يقدم البحث الأساليب المكن إتباعها لتقوية وتدعيم الحوائط ضد التأثيرات الحرارية ؛ سواء بالقمصان من الخرسانة المسلحة أو من المواد الإيبوكسية المقواة بالألياف الصناعية طبقا لظروف تشغيل واستخدام هذه المنشآت الخاصة . كما يبين البحث كيفية علاج الشروخ الدقيقة والسميكة والمواصفات اللازمة للمواد المستخدمة . ويوضح البحث ضرورة تقييم كفاءة الإصلاح بالتحليلات الفيزيائية والإنشائية للقطاعات المركبة من الحائط وسطحه الخارجى المستجد ، وذلك لضمان أمان الإجهادات التى ستنشأ نتيجة لتعديل مسار درجات الحرارة بعد الإصلاح . ويفيد البحث فى الحالات المماثلة عند تحديد الأسلوب الملائم للتصميم أو لتقييم السلوك الإنشائى للعناصر المعرضة لتأثيرات حرارية وطرق علاج الشروخ الدقيقة والسميكة ثم تقوية الحوائط وتقييم العلاج بما يضمن فاعليته .

١ - مقدمة

تتضمن منشآت الصناعات الكبرى عناصر معرضة لتغيرات حرارية كبيرة - مثل الأفران ، المحارق ، المداخن والمجارى المؤدية إليها وخلافه . وفى مثل هذه المنشآت تكون التأثيرات الحرارية من أهم الأحمال الرئيسية الواجب اعتبارها عند التصميم أو تقييم الكفاءة الإنشائية . ومن المعتاد حماية تلك العناصر بطبقات من المواد العازلة للحرارة مثل الصوف الزجاجى ، الصوف المعدنى ، البوليستيرين ، البثق وفراغات الهواء الحبيس . وتعتمد كفاءة هذه الحماية على الخواص الحرارية للطبقات ، سمكها وتسلسل وضعها فى المنشا .

وبصفة عامة تساهم طبقات العزل الحرارى فى تقليل التأثيرات الحرارية ولاتمنعها نهائيا . لذلك تكون تلك العناصر فى أغلب الأحوال معرضة لتوزيعات حرارية غير منتظمة مما يؤثر على قيم وتوزيع الإجهادات الداخلية فيها . ولتحقيق

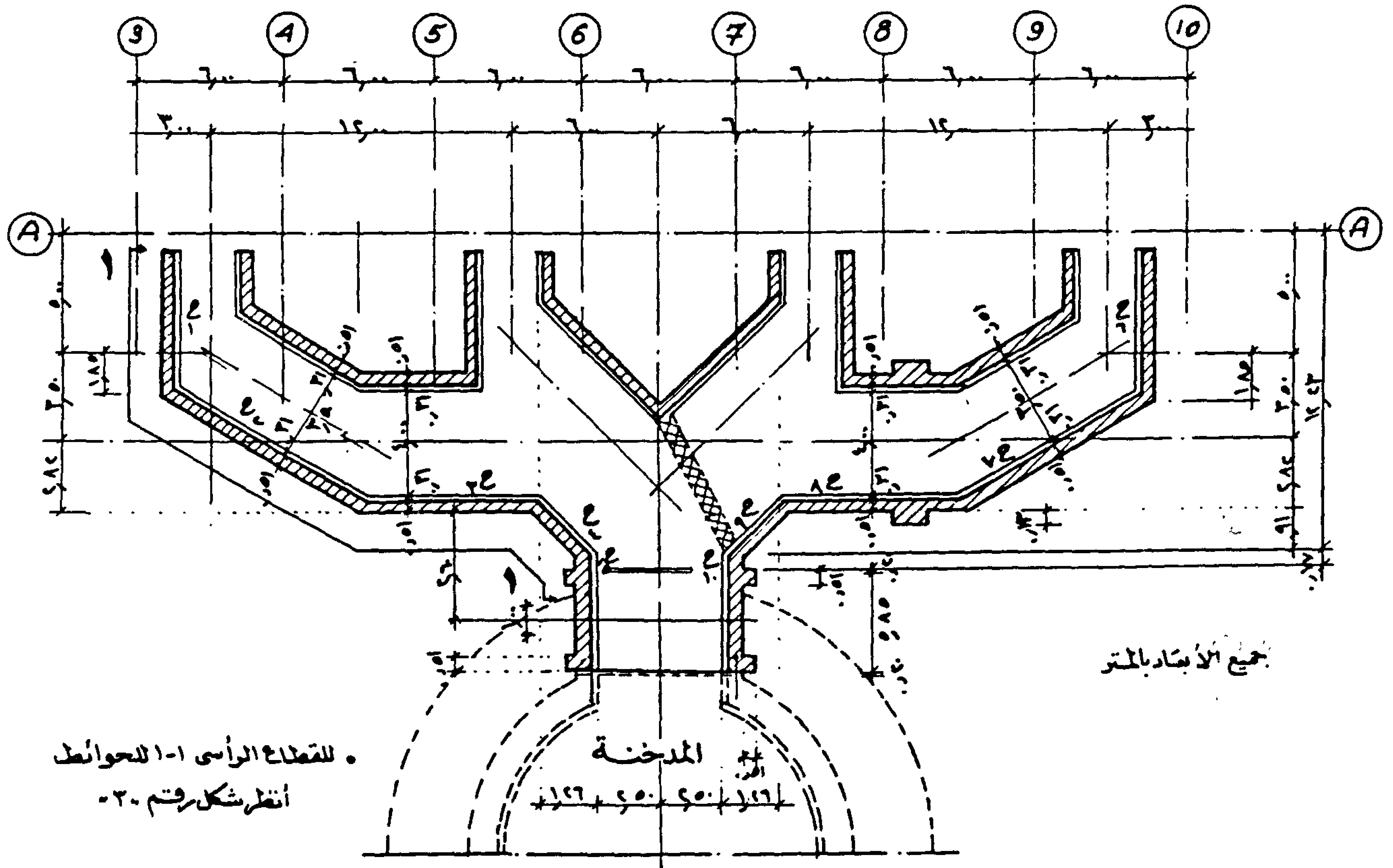
(١) مدرس بقسم الهندسة الإنشائية . كلية الهندسة . جامعة عين شمس .
(٢) استاذ مساعد بقسم الهندسة الإنشائية ، كلية الهندسة . جامعة القاهرة .
(٣) استاذ مساعد بقسم الهندسة الإنشائية ، كلية الهندسة . جامعة عين شمس.

سلامة وأمان هذه العناصر ؛ يجب أن يعتمد التصميم الإنشائى على تقدير دقيق للتأثيرات الحرارية - طبقا لأسس علوم انتقال الحرارة - ثم التصميم بناء على تحليلات إنشائية مناسبة لحساب الإجهادات الداخلية الناتجة . وعند تحديد هامش الأمان التصميمى ، يجب مراعاة أن كفاءة طبقات العزل الحرارى تتناقص مع الزمن ، سواء لقدمها أو لتلوثها بالغازات والأبخرة . وعند حدوث ذلك تزيد قيم الإجهادات الداخلية بالعناصر الإنشائية مما قد يتسبب فى ظهور تشكلات وتشرخات تؤثر على الكفاءة والأمان المطلوبين . كذلك يلزم للسلامة الإنشائية الدقة فى وضع المواصفات الفنية مع ضرورة ضبط الجودة أثناء التنفيذ بما يضمن تحقيق المحددات التصميمية .

ويقدم هذا البحث الأسلوب الواجب إتباعه عند تقييم الكفاءة الإنشائية للعناصر المعرضة لتأثيرات حرارية ، ويتم ذلك من خلال دراسة وتحليل لانتقال الحرارة وتوزيع القوى الداخلية الناجمة عنها فى حوائط مجارى موصلة بين أفران أحد المصانع الكبرى ومدخنة تصريف العوادم . وكانت تلك الحوائط قد تعرضت لتشرخات بعد عدد كبير من السنوات بعد إنشائها وتشغيلها ، مما أدى إلى تسرب الغازات وإحداث إهتزازات عنيفة فى بعض الأجزاء . وقد اتسلزم ذلك دراسة أسباب التشرخ وتقييم الكفاءة الإنشائية ثم تحديد أسلوب تقوية وإصلاح ملائمين ، حيث أن المنشأ ذو طبيعة استراتيجية حيوية خاصة لاتمكن من إيقاف الأفران ، بل يجب أن تتم جميع أعمال الإصلاح من الخارج فقط أثناء تشغيل المصنع .

٢ - وصف المجارى المؤدية إلى المدخنة

يوضح شكل رقم ١ مسقطا أفقيا للمنطقة التى ظهرت فيها تشرخات بحوائط مجارى المدخنة . وتقع فى هذه المنطقة أربعة مجارى تصل بين غرف مراوح دافعة للعوادم الساخنة من الأفران ومجرى تجميع رئيسى عرضه خمسة أمتار متصل بالمدخنة . ويتغير ارتفاع هذه المجارى من ثلاثة أمتار



شكل ١ - مسقط أفقى يوضح أماكن الحوائط الموصلة للمدخنة

عند اتصالها بغرف المراوح إلى ٩٫٧٠م عند مجرى التجميع الرئيسى المؤدى إلى المدخنة . وترتكز جميع الحوائط على ميدات من الخرسانة المسلحة ، إرتفاعها٣,٣٥ متر وعرضها ١,٠٠ م.

ويوضح الشكل رقم ٢ قطاعا بالحوائط الواقعة على الحدود الخارجية للمجارى المؤدية إلى المدخنة . ويبين الشكل أن سمك الحوائط الكلى قدره ٨١ سم وأن هذه الحوائط تتكون من الطبقات التالية :

- حائط تبطين من الطوب المقاوم للأحماض بمونة أسمنتية مقاومة للكبريتات [بسمك ١١ سم] .
- ألواح عزل حرارى من الصوف المعدنى ملحومة بمادة لاحمة سنتيتيكية [سمك الطبقة ٥ سم] .
- حائط من الطوب الأحمر بمونة أسمنت [بسمك ١٢ سم] .
- فراغ من الهواء الحبيس [بسمك ٢ سم] .
- حائط مبانى من الطوب الأحمر [بسمك ٥١ سم] مدهون من الداخل بطبقة من البيتيومين .

ويلاحظ أنه قد تم ربط طبقات الحوائط المذكورة ببعضها بواسطة كانات من الصلب قطرها ٨ مم وضعت تبادليا كل ٥٢ سم على مسطح الحائط .

شكل ٢ - قطاع رأسى يوضح طبقات الحوائط الخارجية المختلفة

وتتكون أسقف مجارى المدخنة من بلاطات خرسانية مسلحة سمكها ١٦ سم معزولة حراريا من أسفلها بواسطة ألواح من الصوف المعدني بسمك ٥ سم ، ثم طبقة بياض من المونة الأسمنتية مضافا إليها إسبستوس على شبكة من الصلب . وقد نفذت هذه البلاطات الخرسانية المسلحة بحيث ترتكز إرتكازا حرا فوق حوائط المبانى الخارجية ذات السمك ٥١ سم . ويعلو البلاطات الخرسانية المسلحة طبقة من خرسانة الميول ولياسة بمونة الأسمنت والرمل .

أما أرضيات المجارى فتتكون - من أعلى إلى أسفل - من الطبقات التالية : مدماكان من الطوب المقاوم للأحماض ، مدماكان من الطوب الأحمر بمونة أسمنتية ، طبقة من الخرسانة العادية بسمك ١٠ سم ثم طبقة من التربة المدموكة .

شكل ٣ - أماكن وعروض الشروخ بأحد الحوائط الخارجية حوائط (ح١ -ح٢ - ح٣ - ح٤ - ح٥) الموضح أماكنها بالشكل رقم «١»

٣ - وصف الشروخ والعيوب واشتراطات الإصلاح :

ظهرت بالحوائط الخارجية شروخ رأسية ومائلة على الرأسى ميلا طفيفا فى عدة مواقع . ويوضح الشكل رقم ٣ - كمثال - أماكن واتجاهات الشروخ بأحد الحوائط . وقد امتدت الشروخ إلى الميدات الخرسانية الحاملة للحوائط . وبصفة عامة تراوح عرض الشروخ بين ١ مم و ٥٠ مم . كما تلاحظ أن عرض الشروخ كان يقل فى الميدات وبالقرب منها ، بينما يزيد بالقرب من السقف . ويمكن إرجاع ذلك إلى حرية الحركة الأفقية للحائط عند أعلاه نسبيا بالمقارنة لأسفله نظرا لوجود الميدات الأكثر جساءة . كذلك ساهم ضغط

الأتربة حول الميدات فى تقييد حركتها وبالتالى تقليل عرض الشروخ بالجزء السفلى ، وإن كانت تعزى أغلب شروخ الميدات إلى الحركة الأفقية للحوائط فوقها . كذلك تضمنت العيوب الحادثة وجود إزاحات أفقية - للخارج - فى بعض مناطق الحوائط التى حدثت بها شروخ رأسية . كما ظهرت بعض التشرخات بالأسقف وإن كانت أقل حدة نسبيا . وقد أدت جميع هذه العيوب إلى تسرب الغازات والأدخنة من عدة أماكن بالحوائط تسببت فى إحداث إهتزازات شديدة بها ، مما كان يعرضها للإنهيار المفاجىء .

وجدير بالذكر أن هذه المنشأة ذات طبيعة استراتيجية وحيوية لاتمكن من إيقاف الإنتاج بأى حال من الأحوال إلا لفترات زمنية تقاس بالساعات كل عدة شهور مما لم يمكن من معاينة مجارى المدخنة من الداخل . ولذلك كان من المحتم دراسة أسباب التشرخ وتقييمه ثم اقتراح أسلوب فعال للعلاج والتدعيم الفورى من الجهة الخارجية لمجارى المدخنة فقط بما لا يتسبب فى إيقاف تشغيل المصنع خلال أى من مراحل تنفيذ أعمال الإصلاح .

٤ - قياسات حقلية لتحديد أسباب التشرخ :

يجب بعد المعاينة الظاهرية فى مثل هذه الحالات القيام بقياسات دقيقة للعوامل المختلفة الممكن أن تتسبب فى حدوث الشروخ والعيوب ، مثل : فروق درجات الحرارة ، فرق قيمة الضغط الداخلى عن الخارجى أو حدوث هبوط بالأساسات . وقد استبعد العامل الأخير فى الحالة الراهنة نظراً للجساءة العالية للأساسات العميقة نسبيا وكذلك لعدم وجود أى شواهد هبوط . لذلك تقرر قياس قيم درجات الحرارة والضغط عند الوجه الداخلى لحائط التبطين من خلال ثقوب تم إعدادها بعدة أماكن بالحوائط .

وقد أثبتت القياسات أن الضغط الداخلى مقارب للضغط الجوى مما يستبعد مسئوليته عن العيوب ، فى حين وجد أن فرق درجة الحرارة بين السطح الداخلى لحائط التبطين والسطح الخارجى المعرض للجو يصل إلى ٢٠٠ درجة مئوية . بناء على ذلك تقرر القيام بدراسات تحليلية لتقييم مدى مسئولية فرق درجات الحرارة المذكورة عن التشرخات والعيوب الظاهرة بالحوائط .

٥ - الدراسة التحليلية لتحديد مسئولية فروق درجات الحرارة عن التشرخ :

وتتلخص هذه الدراسة فى ثلاثة أطوار :

- الطور الأول : ويختص بالتحليل الفيزيائى لانتقال الحرارة داخل طبقات الحائط من الداخل إلى الخارج .
- الطور الثانى : ويختص بالتحليل الإنشائى للحائط الخارجى تحت تأثير فروق درجات الحرارة .
- الطور الثالث : ويختص بتشخيص أسباب التشرخ .

٥ - ١ - التحليل الفيزيائى لانتقال درجات الحرارة خلال طبقات الحوائط :

نظرا لأن حوائط مجارى المدخنة بسمكها الكلى (٨١سم) يتكون من طبقات متتالية لمواد ذات خواص مختلفة ، فإن

جدول ١ - معاملات التوصيل الحرارى لطبقات حوائط مجارى المدخنة واسماكها .

الطبقات المتتالية فى حوائط مجارى المدخنة [من الداخل للخارج]	معامل التوصيل الحرارى Thermal Conductivity	سمك الطبقة [بالسنتيمتر]
● حائط التبطين من الطوب المقاوم للاحماض	٠,٩٠٠ وات/ درجة مئوية . متر	١١,٠
● الطبقة العازلة للحرارة من الصوف المعدنى	٠,٠٣٥ وات/ درجة مئوية . متر	٥,٠
● حائط مبانى من الطوب الأحمر .	٠,٦٢٠ وات / درجة مئوية . متر	١٢,٠
● فراغ هواء ساكن	٠,٠٩٠ وات / درجة مئوية . متر	٢,٠
● حائط المبانى الخارجى من الطوب الأحمر .	٠,٦٢٠ وات / درجة مئوية . متر	٥١,٠

جدول ٢ - أسس التحليل الفيزيائى لانتقال درجات الحرارة خلال طبقات الحوائط

١ - االمقاومة الحرارية للسطح الساخن الداخلى - ٠,٠٣٠ درجة مئوية . متر مربع / وات .

٢ - المقاومة الحرارية للسطح البارد الخارجى - ٠,١٢٥ درجة مئوية . متر مربع / وات .

٣ - المقاومة الحرارية لكل طبقة فى الحوائط - سمك الطبقة / معامل توصيلها الحرارى .

٤ - المقاومة الحرارية الكلية للحائط - مجموع المقاومات الحرارية لطبقات الحائط .

٥ - الفيض الحرارى - فرق درجتى الحرارة بين السطحين النهائيين / المقاومة الحرارية الكلية للحائط

٦ - درجة الحرارة عند وجه كل طبقة - درجة الحرارة عند الوجه السابق - الفيض الحرارى / المقاومة الحرارية للطبقة

● وحدات المقاومة الحرارية : درجة مئوية . متر مربع / وات .

● وحدات الفيض الحرارى : وات / متر مربع .

درجة حرارة سطح كل طبقة تعتمد على خواص التوصيل الحرارى للطبقات المختلفة . وقد اعتمد التحليل الفيزيائى المستخدم فى هذه الدراسة على أسس الانتقال الحرارى المستقر أحادى الأبعاد (Steady State One-Dimensional Heat Transfer) [٣،٢،١] . وتم التحليل الفيزيائى على أساس أن درجة حرارة سطح حائط التبطين الداخلى تعلو عن درجة حرارة السطح النهائى الخارجى بمقدار ٢٠٠ درجة مئوية . وقد اعتبرت الدراسة أقل درجة حرارة ممكنة للسطح الخارجى (صفر درجة مئوية).

ويوضح الجدول رقم ١ معاملات التوصيل الحرارى المستخدمة لمواد طبقات الحائط . ويلاحظ أن معامل التوصيل الحرارى لطبقة فراغ الهواء الساكن قد أخذت عالية نسبيا بسبب تلوثها بالأتربة والغازات المتسربة إليها [فى حالة عدم التلوث تكون قيمة معامل التوصيل الحرارى لهذه الطبقة بسمك ٢ سم فى حدود ٠,٠٤ وات / درجة مئوية . متر] .

ويوضح الجدول رقم ٢ ملخصا للأسس المستخدمة فى التحليل الفيزيائى لإنتقال الحرارة خلال طبقات الحائط . وقد حددت قيمة المقاومة الحرارية عند السطح الداخلى لحائط التبطين على أساس أنه ملامس لغازات ساخنة متحركة بينما أخذت القيمة المناظرة عند السطح الخارجى مناسبة لهواء نظيف .

ويبين الشكل رقم ٤ النتائج التى أدى إليها التحليل الفيزيائى لمسار تغير درجات الحرارة خلال طبقات الحوائط.

٥ - ٢ - التحليل الإنشائى لتاثير فرق درجات الحرارة على الحوائط الخارجية :

تلى التحليل الفيزيائى لانتقال الحرارة المبين أعلاه

شكل ٤ - قطاع راسى فى الحائط بسمكه الكلى يوضح مسار درجات الحرارة فى الطبقات المختلفة فى الوضع الحالى على أساس ان اقصى فرق درجة حرارة ٢٠٠°م

تحليل إنشائى لتقدير قيم الإجهادات المتولدة فى الحائط الخارجى - ذى السمك ٥١ سم - بسبب فرق درجة الحرارة

بين سطحيه الجانبيين . وفى سبيل ذلك أعد نموذج رياضى من العناصر المحددة مستوية الانفعالات (Plane Strain Finite Elements) يمثل قطاعا أفقيا فى الحوائط بكامل طولها . وقد تم تحليل العناصر المحددة على أساس أن درجات الحرارة تتغير بين السطحين الداخلى والخارجى بين + ٦٤ وصفر درجة مئوية [أنظر شكل ٤] . كذلك فقد أخذ معامل مرونة حائط الطوب مقداره ١٠٠٠٠٠ كجم/سم٢ ، نسبة بواسون مقدارها ٠,١٥ ومعامل التمدد الحرارى للطوب مقداره ٠,٦ × ١٠ $^{-٥}$ لكل درجة مئوية .

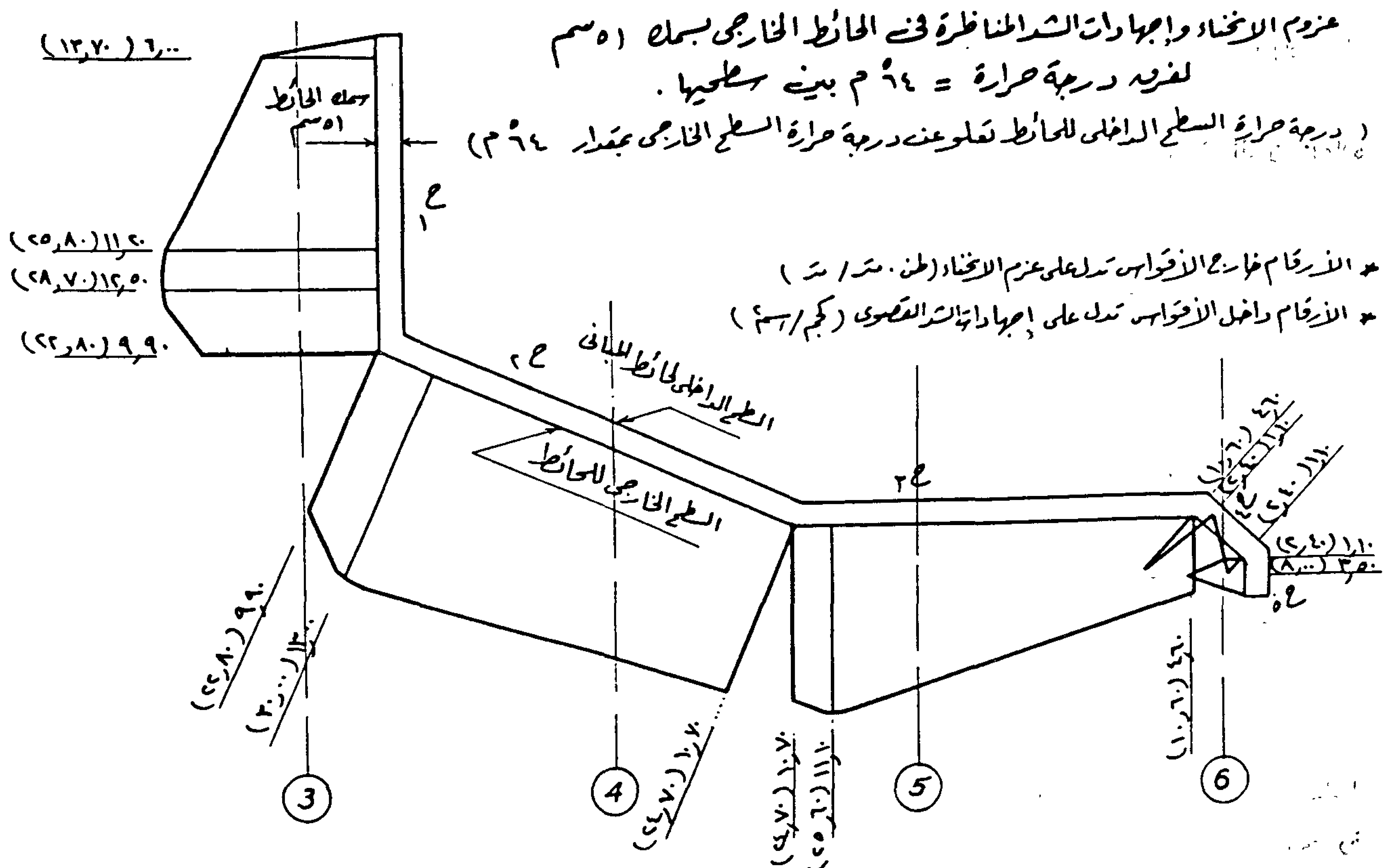
وقد أدى تحليل العناصر المحددة إلى تحديد قيم إجهادات الشد والضغط فى المناطق المختلفة بالحوائط ، ثم استخدمت القيم المتوصل إليها فى تحديد قيم عزوم الانحناء المناظرة والمؤثرة على الحوائط .

ويوضح شكل رقم ٥ مثالا لتوزيع عزوم الانحناء على جزء من حوائط مجارى المدخنة [حوائط ح١،ح٢،ح٣،ح٤ و ح٥] نتيجة فرق درجات الحرارة المذكورة وكذلك القيم المناظرة لأقصى إجهادات شد على القطاعات .

٣-٥ تشخيص أسباب التشرخ :

أدت التحليلات الفيزيائية والإنشائية التى اشتملتها الدراسة إلى تأكيد أن فرق درجات الحرارة الحادث بين وجهى الحوائط الخارجية لمجارى المدخنة هى المتسببة فى تشرخها . حيث يلاحظ أن إجهادات الشد المتولدة على الجزء الأكبر من السطح الخارجى للحائط تتعدى مقاومة حوائط الطوب للتشرخ .

وبمقارنة شكل رقم ٣ [الخاص بتوزيع الشروخ] بشكل رقم ٥ [المبين لنتائج توزيع عزوم الانحناء وإجهادات الشد على السطح الخارجى للحائط] ، يتضح أن أكبر الشروخ إتساعا يقع على يمين نقطة تلاقى الجزئين ح١ ، ح٢ ويصل عرضه إلى ٥٠ مم مما يتطابق مع محل أكبر عزوم انحناء متولدة فى الحائط (١٣ طن . متر / متر). وتناظر هذه القيمة لعزم الإنحناء إجهاد شد قدره ٣٠ كجم/سم٢ . كذلك فإن إجهادات الشد حول منطقة التقاء الجزئين ح٢ مع ح٣- طبقا للتحليل الإنشائى (شكل ٥) - قيمتها حوالى ٢٥كجم/سم٢ مما أدى إلى ظهور شروخ ملحوظة بهذه المنطقة .



شكل ٥

٦ - بدائل العلاج اللازم ومحدداتها :

بناء على النتيجة المستنتجة أعلاه ، فإنه يتحتم فى مثل هذه الأحوال - بجانب ترميم الشروخ الظاهرة - تقوية وتدعيم الحوائط بما يضمن تحملها لتأثير عزوم الانحناء وقوى الشد الداخلية المتولدة نتيجة فروق درجات الحرارة بأمان كاف . كما أن العمل على تقليل فرق درجات الحرارة بين سطحى الحوائط يساهم بطبيعة الحال فى تقليل إجهادات الشد المتولدة بها . وجدير بالإشارة إلى أن ترميم الشروخ فقط غير كاف بمفرده ، حيث أن إجهادات الشد العالية ستتسبب فى عودة ظهور الشروخ مرة أخرى .

ولتقوية وتدعيم الحوائط الخارجية لمقاومة الإجهادات المترتبة عن فروق درجات الحرارة ، فإنه يمكن تنفيذ أحد البديلين التاليين :

- **البديل الأول** : عمل قميص خرسانى مسلح خارجى لمقاومة كل قوى الشد بكامل المسطح الخارجى للحوائط والميدات على أن يتم الربط بين القميص وبين الحوائط والميدات بواسطة كانات تسليح خاصة . ويتميز هذا البديل بزيادة سمك قطاع الحوائط مما يقلل من إجهادات الشد على مبانى الطوب ذاتها . ومن عيوب هذا البديل أنه قد يؤدى إلى زيادة الأحمال الواقعة على الأساسات . كما قد يحتاج التنفيذ إلى تكسير فى طبقة المبانى الخارجية لتثبيت كانات تربط القميص بحوائط المبانى ، مما قد لا يكون مناسبا فى بعض الحالات إذا أثر ذلك على أداء وتشغيل المنشاة أثناء فترة الإصلاح .

- **البديل الثانى** : إجراء أعمال التقوية بواسطة قميص - بكامل المسطح الخارجى للحوائط والميدات - من مادة إيبوكسية مقواه بالياف صناعية . ويجب تصميم هذا القميص ليقاوم إجهادات الشد على السطح الخارجى من الحوائط نتيجة فروق درجات الحرارة . ويتميز هذا البديل بعدم زيادة الأحمال بصورة محسوسة بسبب الصغر النسبى لسمك الطبقة المطلوب مقارنة بمثيله فى البديل الأول . كما أن أعمال التكسير أقل عند الإصلاح بالمواد الإيبوكسية حيث يتم فقط تفريغ عراميس المونة بعمق ١ سم إلى ٢ سم وذلك لضمان زيادة قوة تماسك قميص الإيبوكسى مع حائط المبانى . ولما أنه من المعروف تأثر خواص المواد الإيبوكسية - بصفه عامة - بالحرارة ، فإنه يجب الدقة عند تصميم ووضع مواصفات المواد الإيبوكسية المستخدمة لتجنب تلفها . كما يجب توفير الحماية اللازمة لقميص الإيبوكسى ضد العوامل الخارجية وأشعة الشمس التى قد تؤثر على كفاءته . وللتغلب على ذلك ، فإنه يمكن إضافة طبقة خارجية من المواد الرغوية الحامية والعازلة للحرارة فوق قميص الإيبوكسى ذى الألياف . ويمكن الاستفادة من هذه الطبقة بتصميمها بخواص وسمك مناسبين مما يساهم فى تخفيض فرق درجات الحرارة بين سطحى الحائط المقوى لتقليل إجهادات الشد المترتبة .

٧ - تصميمات قميص الإيبوكسى المقوى بألياف والطبقة العازلة للحرارة :

أختير البديل الثانى المذكور عاليه لتقوية وتدعيم الحوائط الخارجية لمجارى المدخنة فى المثال الحالى . استهدفت التصميمات تحديد سمك ومواصفات كل من قميص الإيبوكسى والطبقة العازلة للحرارة المغلفة له من الخارج . وأشتملت الحسابات التصميمية على تحليل فيزيائى لانتقال الحرارة خلال طبقات حائط مجارى المدخنة - بالسمك الكلى للحوائط - بعد إضافة طبقات التقوية والإصلاح . وقد أجرى التحليل طبقا للأسس السابق ذكرها بالإضافة إلى أخذ سمك طبقتى الإيبوكسى والعزل الحرارى المستجدتين ٢ سم - لكل منهما - ومعامل التوصيل الحرارى لطبقة العزل الحرارى المستجدة ٠,٠٣٥ وات/درجة مئوية. متر ، مع اعتبار عدم تغير درجة الحرارة خلال الطبقة الإيبوكسية .

ويبين الشكل رقم ٦ نتائج التحليل الفيزيائى للمسار المتوقع لتغير درجات الحرارة خلال طبقات الحوائط بعد الإصلاح . ويتضح من الشكل أن فرق درجتى الحرارة بين سطحى الحوائط الخارجية - ذات السمك ٥١ سم - يصبح ٤٦,٨ درجة مئوية بدلا من ٦٤ درجة قبل الإصلاح ، وإن ارتفعت درجة حرارة السطح الداخلى لهذه الحوائط لتصبح ٨٦,٤ درجة مئوية بدلا من ٦٤ درجة قبل الإصلاح . وبناء على ذلك أعيد التحليل الإنشائى للحوائط الخارجية تحت

شكل ٦ - قطاع رأسى فى الحائط بسمكه الكلى يوضح مسار درجات الحرارة فى الطبقات المختلفة بعد إضافة طبقة التقوية الإيبوكسية والطبقة الخارجية العازلة للحرارة على أساس ان اقصى فرق درجة حرارة ٢٠٠ °م

تأثير فرق درجات الحرارة المتوقع بعد الإصلاح .

ويبين الشكل رقم ٧ مثالا لتوزيع عزوم الإنحناء وإجهادات الشد المناظرة على السطح الخارجى للحوائط [ح١، ح٢، ح٣، ح٤ و ح٥] بعد الإصلاح . ويوضح الشكل أن أقصى عزم انحناء مؤثر على هذه الحوائط سيصبح ١٠,٧ طن. متر/ متر بدلا من ١٣ طن. متر/ متر قبل الإصلاح.

وبتحليل الإجهادات على القطاع المركب من المبانى بسمك ٥١ سم وطبقة التقوية الإيبوكسية المزودة بالألياف الصناعية - ذات السمك ٢ سم - تحت تأثير أقصى عزم انحناء ، وجد أن أقصى إجهادات شد متولدة بالطبقة الإيبوكسية فى حدود ١٣٢ كجم/ سم^{2} وأقصى إجهاد ضغط على مبانى الطوب فى حدود ١٥ كجم / سم^{2}.

وقد أدت هذه التحليلات والتصميمات فى النهاية إلى مايلى :

- تحديد أن يكون سمك الطبقة الإيبوكسية المقواة بالألياف الصناعية مقداره ٢ سم ، على ألا تقل المقاومة القصوى للطبقة فى الشد عن ٣٠٠ كجم/سم^{2}. كما يجب ألا تتأثر خواص مكونات هذه الطبقة بالحرارة حتى ١٤٠ درجة مئوية - على الأقل - فى الجفاف . وكل ذلك لضمان توفير هامش أمان كاف . كما يجب أن تكون مكونات الطبقة ذات مقاومة عالية للكيماويات .

- تستخدم طبقة من العزل الحرارى والحماية الخارجية بسمك ٢ سم . ولاستيفاء الأغراض المطلوبة منها يكون معامل توصيلها الحرارى فى حدود ٠,٠٣٥ وات/درجة مئوية . متر .

٨ - أسلوب العـــــلاج :

لضمان فاعلية وسلامة الإصلاح فى الحالات المماثلة يجب إجراء الخطوات التالية :

- **إتخاذ الإجراءات اللازمة لسند الحوائط** قبل بدء الإصلاح لتأمين سلامة المبنى أثناء التنفيذ ، خاصة بسبب الإهتزازات الناشئة عن تسرب الغازات من خلال الشروخ .

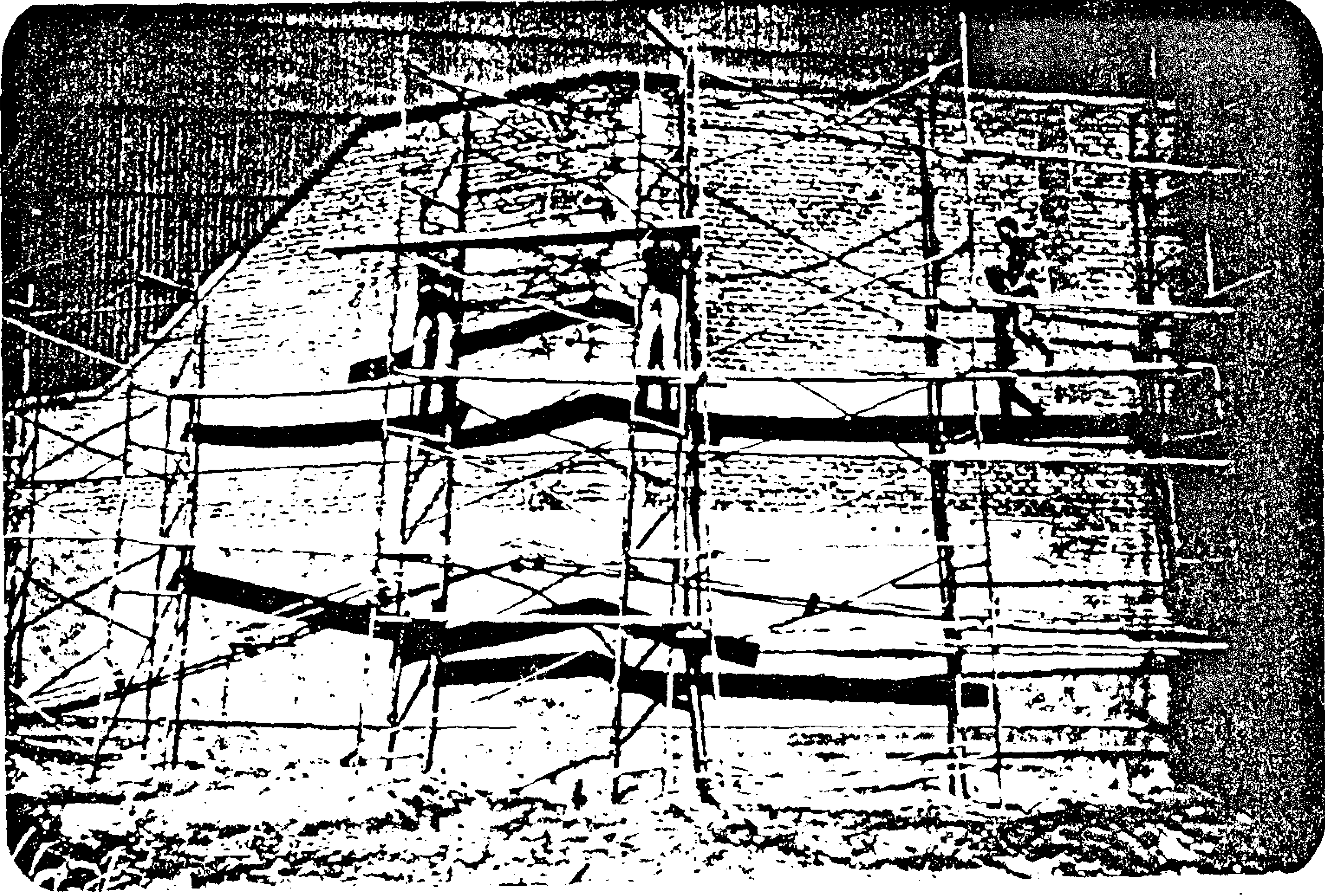
عزوم الانحناء وإجهادات الشد المناظرة فى الحائط الخارجى بسمك (٥سم)
لفرق درجة حرارة = ٨ر٤٦ °م بين سطحيها .
(درجة حرارة السطح الداخلى للحائط تعلو عن درجة حرارة السطح الخارجى بمقدار ٨ر٤٦ °م
ودرجة حرارة السطح الداخلى ٨٦ر٤ °م ودرجة حرارة السطح الخارجى ٣٩ر٦ °م)

الأرقام خارج الأقواس تدل على عزم الانحناء (طن. متر/ متر)
الأرقام داخل الأقواس تدل على إجهادات الشد القصوى (كجم/سم٢)

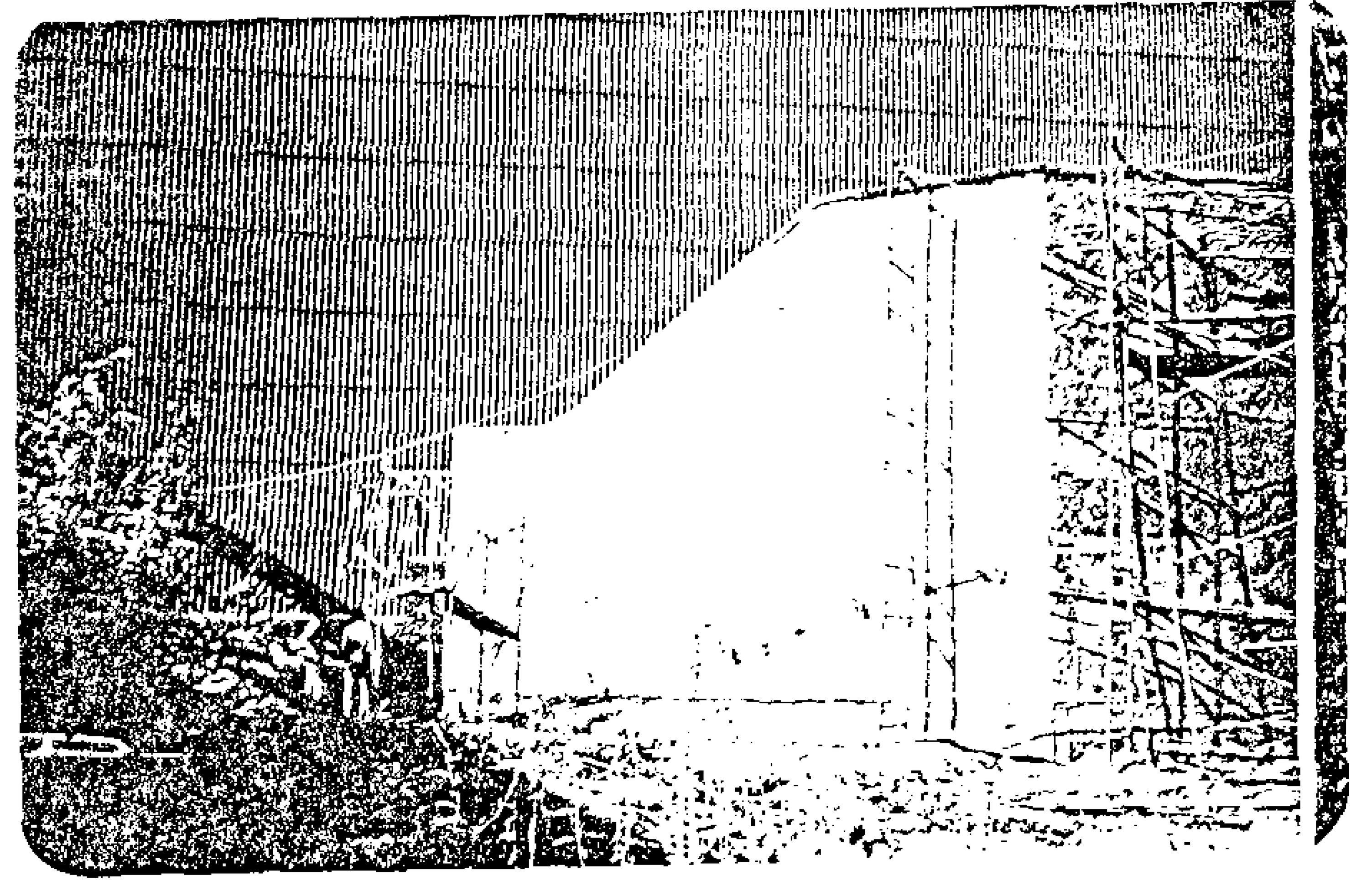
شــــكل ٧

شكل ٩ - تثبيت كانات من الصلب حول الشروخ وتفريغ عراميس الحائط وبدء حقن الشروخ بمونة الايبوكسى المرن المخلوط ببودرة الكوارتز .

شكل ٨ - نموذج للشروخ فى الحوائط والميدات نتيجة للتأثيرات الحرارية .



شكل ١٠ - مرحلة تنفيذ القميص الإيبوكسى المقوى بالألياف الصناعية بعد ترميم الشروخ



شكل ١١ - بدء مرحلة العزل الخارجى للقميص الإيبوكسى

● **ترميم الشروخ الدقيقة فى الحوائط والميدات :**

ويتم ذلك بحقن الشروخ بمواد إيبوكسية مرنة على أن تكون هذه المواد ذات قوة شد أعلى من مقاومة شد حوائط المبانى [فى حدود ٥٠ كجم / سم^{٢} مثلا] . كما يجب أن تتحمل هذه المواد الإيبوكسية درجات الحرارة العالية دون تغير فى أى من خواصها ، وأن تكون مناسبة كطبقة عازلة للمياه والكيماويات المختلفة .

● **ترميم الشروخ السميكة فى الحوائط والميدات :**

ويكون ذلك بوصل الحائط أو الميدة على جانبى الشرخ بواسطة كانات صلب ذات قطر وتقسيط مناسبين . وتثبت هذه الكانات عمودية على الشرخ بواسطة الإيبوكسى بعد عمل ثقوب فى الحوائط بعمق لايقل عن ١٠سم . يتم بعد ذلك حقن الشروخ السميكة باستخدام مونة الإيبوكسى المرن - ذى مواصفات كالمذكورة أعلاه - والمخلوط بمواد ناعمة (مثل بودرة الكوارتز) بالخواص ونسب الخلط المناسبة بما يضمن فاعلية الحقن .

● **تنفيذ قيمص التقوية الإيبوكسى :**

وفى سبيل ذلك يتم تفريغ عراميس المونة الأفقية والرأسية بالحوائط الخارجية بعمق يتراوح بين سنتيمتر واحد إلى سنتيمترين ، ثم يتم وضع طبقة الإيبوكسى - السابق اختبارها طبقا لتصميماتها - بكامل المسطح الخارجى للحوائط بالسمك المطلوب . ويجب أن يمتد القميص على سطح الميدات حتى عمق مناسب أسفل نهاية أطول شرخ ظاهر بها . ويراعى أن تنفذ الأعمال على مراحل فى الميدات فى إتجاهها الطولى لعدم التأثير على المنشأ بالحفر .

● **تنفيذ طبقات العزل الحرارى والحماية الخارجية :**

حيث تتم تغطية القميص الإيبوكسى بطبقة عازلة للحرارة بالسمك المحدد فى التصميمات [يمكن أن تكون تلك الطبقة من البوليستيرين المشكل بالبثق] . ويتم لصق طبقة العزل الحرارى على قميص الإيبوكسى بواسطة نفس نوع الإيبوكسى المستخدم فى القميص . ويتم بعد ذلك تغطية السطح الخارجى للطبقة عازلة الحرارة بطبقة حامية من مونة أسمنتية بلمرية غير قابلة للانكماش ومسلحة بالألياف ، على أن يكون لون السطح الخارجى عاكس لأشعة الشمس [أبيض أو فضى مثلا] .

وقد استخدم أسلوب الإصلاح والتقوية المذكور أعلاه فى الحالة الراهنة بنجاح . وتبين الأشكال ٨ ، ٩ ، ١٠ و١١ مراحل مختلفة أثناء التنفيذ .

كذلك لضبط الجودة تم إجراء الإختبارات القياسية اللازمة على المواد المستخدمة قبل بدء التنفيذ وأثناءه وذلك لضمان تحقيق متطلبات واشتراطات التصميم بالأمان الكافى وللتحقق من نجاح أعمال الإصلاح والتقوية . وقد إجريت هذه الإختبارات طبقا للمواصفات الواجبة [٤ و ٥] .

٩ - الخلاصـــــة :

قدم البحث مثالا للأسلوب الواجب إتباعه عند تشخيص أسباب التشرخ وظهور عيوب بالعناصر الإنشائية فى المنشآت ذات الأهمية الخاصة . وتتلخص الخطوات الواجب إتباعها فى المراحل الآتية :

● **المعاينة والقياسات الحقلية :**

حيث يتم رصد العيوب وعمل القياسات الدقيقة للعوامل الممكن أن تتسبب فى تلك العيوب لتحديد العامل المؤثر منها. وفى حالة حوائط مجارى المدخنة - محل هذا البحث - أثبتت القياسات مسئولية فروق درجات الحرارة عن العيوب والتشرخات .

● **تحديد كيفية حدوث العيـــــوب :**

وذلك من خلال القيام بالتحليلات المناسبة . وفى الحالة الراهنة تم القيام بتحليل فيزيائى لتحديد سلوك تغير درجات الحرارة خلال طبقات الحوائط ، ثم بناء عليه تم تحليل إنشائى لتقدير الإجهادات الداخلية المتولدة فيها . وقد أثبتت تلك الدراسات تطابق أماكن الشروخ مع توزيعات قوى الشد عند السطح الخارجى للحوائط .

● **تحديد الأسلوب المناسب للعلاج والتقوية :**

وفى الحالة الراهنة تم المفاضلة بين العلاج بالقمصان من الخرسانة المسلحة أو من المواد الإيبوكسية المقواة بالألياف وأختير البديل الثانى .

● **التقييم النظرى لكفاءة الإصلاح :**

وفى حالة المنشآت المماثلة المعرضة لفروق درجات حرارة بين أسطحها يجب إعادة التحليلات الفيزيائية والإنشائية نظرا لأن إضافة طبقات جديدة للحوائط تسبب تغير مسار درجات الحرارة - كما أوضح البحث - مما يوجب أخذه فى الاعتبار .

● **تحديد المواصفات اللازمة للمواد المستخدمة :**

وفى حالة العناصر المعرضة لدرجات الحرارة المعالجة بمواد إيبوكسية يجب تقوية الإيبوكسى بألياف صناعية تزيد من مقاومته للشد بما يضمن هامش أمان كافى . كذلك يجب التأكد من عدم تأثر الخواص الميكانيكية لطبقات التقوية بدرجات الحرارة المتوقعة . كما يجب الدقة فى اختبارات ضبط الجودة سواء قبل أو أثناء التنفيذ . كما يجب حماية القمصان الإيبوكسية من الحرارة الخارجية وأشعة الشمس بعوازل مناسبة .

وقد قدم البحث أسلوب معالجة الشروخ الدقيقة [بالحقن بمواد إيبوكسية] والسميكة [بكانات من الصلب مع الحقن بالإيبوكسى المخلوط بمواد ناعمة].

ويوصى البحث - عند تصميم مثل تلك المنشآت المعرضة لفروق درجات حرارة عالية نسبيا - بعدم الاعتماد فقط على حوائط المبانى المتخللة بطبقات عزل ، حيث أن هذه الطبقات تقلل من التأثيرات الحرارية ولا تمنعها نهائيا . كما أنه يجب مراعاة أن مواد العزل الحرارى تفقد كفاءتها نتيجة للتلوث بالغازات أو بقدم عمرها . لذلك يوصى بتصميم الحوائط فى المنشآت الجديدة المماثلة لتتحمل قوى الشد المتوقعة بالأمان الكافى .

المراجـــع :

1 - M.N.OZAISIK "*Heat Transfer - A Basic Approach*", *Mc-Graw Hill Book Company, 1985.*

2 - "*ASHRAE Handbook, Fundamentals,*", *ASHRAE (American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers INC.), 1985.*

3- *E.C.McQuiston & J.D.Spitler "Cooling And Heating Load Calculation Manual", ASHRAE (American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers INC.), Second Edition, 1992.*

4- *ASTM - C307-83 "Test Method For Tensile Strength Of Chemical-Resistant Mortars, Grouts And Monolithic Surfacings" - 1983.*

5- *ASTM - C531-85 "Test Method For Linear Shrinkage And Coefficient Of Thermal Expansion Of Chemical Resistant Mortars, Grouts And Monolithic Surfacings" - 1985.*

الاتجاهات المعمارية في جده وأثرها على العمارة المحلية

الجــــزء الأول

د. ثامر حمـــــدان الحربي* و د. عبد الحميد أحمد البس* .

الملخــــص :

شهدت مدينة جده كواحدة من مدن المملكة العربية السعودية ذات الطابع المعماري المميز نهضة عمرانية كبرى مع بداية السبعينات حيث الطفرة الاقتصادية التى مرت بها البلاد في ذلك الوقت ، ومع الرغبة فى مواكبة التقدم في مجال العمارة والتخطيط كانت الاتجاهات الوافدة من هنا وهناك . وتنافست الشركات العالمية والمكاتب المعمارية فى أن تأتي بكل ماهو جديد في مجال العمارة ، ولم ينجُ من ذلك الاندفاع المعماري السعودى أو المكاتب المعمارية السعودية ، وكانت الهجمة التي كادت تفقد العمارة أصالتها وأن تضيع كل الثوابت المتعارف عليها معمارياً وتضيع الهوية للعمارة التقليدية .

ووسط هذه الاتجاهات كانت محاولات أخرى تهدف إلى حفظ التراث المعماري بثوابته وأصالته قادها أيضا بعض المكاتب المعمارية السعودية وبعض المعماريين العرب في محاولات جادة للإبقاء على قيم التراث وثوابته وأصالته .

والباحثان هنا يعرضان بالبحث و التحليل العمارة في جدة بأصالتها وثوابتها ، ثم يتجه البحث لعرض الاتجاهات المعمارية المختلفة التي ظهرت في جده وأثر ذلك على العمارة إيجابا وسلبا . وهذه الاتجاهات هي :

١ - المعاصرة .

٢ - الانتماء والمعاصرة .

٣ - المحلية بشقيها التقليدي والمحسن .

٤ - الخرافي أو اللا معقول .

وسوف يوضح الباحثان مفهوم هذه الاتجاهات معماريا .

ثم يعرض الباحثان دور بعض المؤسسات والمكاتب المعمارية في هذه الاتجاهات .

ثم يخلص البحث إلى التوصيات والنتائج .

المقدمة :

لا زالت حركة العمران في جدة تشهد تطوراً سريعاً فلا يكاد يخلو حي من أحيائها إلا وفيه مبنى قيد الإنشاء . لذا وجد من الضروري أن تناقش الأفكار المعمارية التي على ضوئها تشيد المباني وتنفذ المشاريع ومعرفة إلى أى مدى

* قسم العمارة – كلية الهندسة والعمارة الاسلامية – جامعة ام القرى – السعودية .

تتلاءم هذه المشاريع مع العمارة المحلية .

ومن هذا المنطلق عكف الباحثان على دراسة الاتجاهات المعمارية المعاصرة في جدة والتعرف على مدى تأثيرها على العمارة . لذا فقد بدأ البحث باستعراض سريع للعمارة المحلية حتى يمكن معرفة إلى أى مدى وصلت في وقتنا الحاضر وللتعرف على الملامح المعمارية المميزة فيها ومدى تأثر الاتجاهات المعمارية بهذه الملامح وأيضا تأثير هذه الاتجاهات عليها ، ثم تطرق البحث لعرض الاتجاهات والأفكار المعمارية المختلفة التي ظهر في الفترة الأخيرة مفهومها وأمثلة عليها مع شرح الأسباب التي أدت إلى ظهورها مع ذكر دور بعض المكاتب المعمارية والمؤسسات الحكومية في ظهور هذه الاتجاهات المعمارية في جده . وبعد ذلك خلص البحث إلى ذكر بعض التوصيات التي يراها الباحثان ضرورية للمحافظة على العمارة المحلية .

جـــــدة القديمـــــة :

جده عروس البحر الأحمر وميناء العاصمة المقدسة الجوي والبحري تستمد حضارتها من ذاتها ومن تاريخها الإسلامي حيث اختلطت فيها الحضارات الإسلامية مثل العثمانية والمماليكية والعربية إلى جانب الفارسية .

وقد اتضحت معالم جده حضارياً وتاريخياً بحكم الدين والعوامل المتوارثة كالعادات والتقاليد من جهة والعوامل المناخية كالرياح والرطوبة والأمطار ودرجة الحرارة من جهة أخرى واستعملت المواد السائدة في البناء مثل الأحجار والطين ، حيث يتوفر الحجر الجيرى المرجاني الذي يعتبر حجراً قوياً نسبيا لأغراض البناء ، وكذلك الطمى ، في حين أن الخشب كان نادر الوجود فيما عدا خشب النخيل ، وبالرغم من الخصائص الإنشائية الضعيفة للحجر المرجاني والضعف النسبي لتحمل التربة فإن مباني جده جاءت في عدة طوابق شأنها شأن مدن الحجاز وكان الهدف الأول من ذلك هو الرغبة في استقبال أكبر جزء ممكن من الرياح الباردة واستخدمت النوافذ الخشبية البارزة على الواجهات (الرواشين) وذلك من أجل كسر حدة ضوء الشمس الساطع خلال النهار ، وقد أدت العوامل المناخية في جده إلى استعمال بياض المصيص الجيري كطبقة سطحية وقائية لمنع الحجر الجيري المرجاني من التآكل نتيجة الرطوبة العالية التي تتميز بها مدينة جده على مدار السنة ، ويجمع جده مع بقية مدن الحجاز التوزيع الداخلي للمبنى حيث كان الدور الأرضى يستخدم عادة للضيوف من الرجال والأوسط للضيوف من النساء والدور العلوى لمعيشة الأسرة ، كما يستخدم السطح للنوم وذلك في أيام الصيف حيث تشتد حرارة الجو وتحاط هذه الأسطح بأسوار عالية تبلغ مترين تقريبا وتترك بها فتحات تسمح بمرور الهواء وذلك بغرض التهوية .

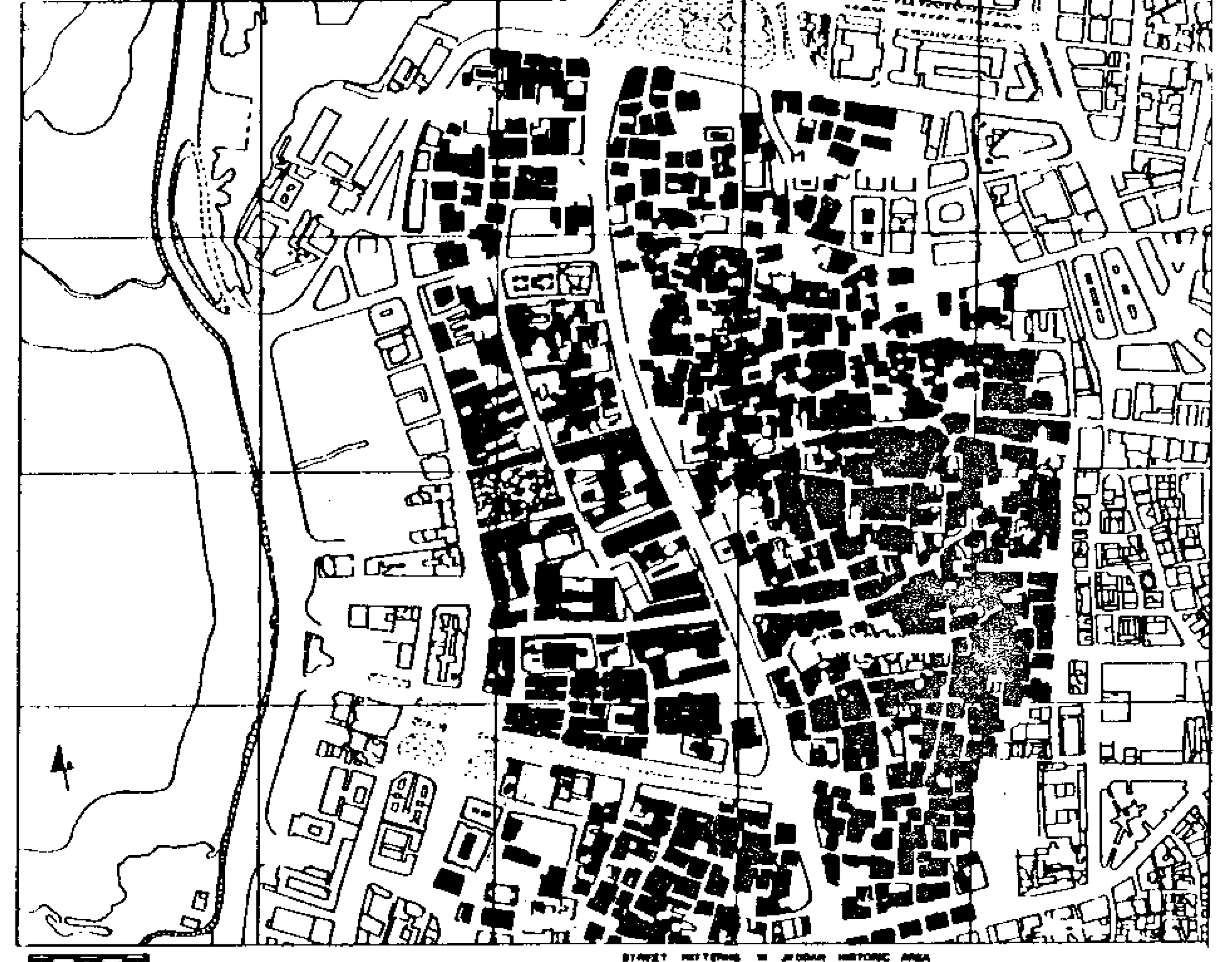
أما الغرف فإنها لم تكن تستعمل لغرض واحد فقط وانما كانت الفراغات الداخلية متعددة الوظائف والأغراض وبدون تحديد معين لأغراضها ، ويعكس توزيع الفراغات في منازل جده التقسيم الأساسى في حياة الأسر ، (فالسلاملك) هو المخصص للرجال وضيوفهم و (الحرملك) هو الجزء المخصص للنساء والحياة الأسرية الخاصة .

أما واجهات المباني فلم تكن على استقامة واحدة بل عملت غالبا مكسرة وذلك بهدف توفير الظلال وكوسيلة لتحقيق الجمال لمعالجة الواجهات .

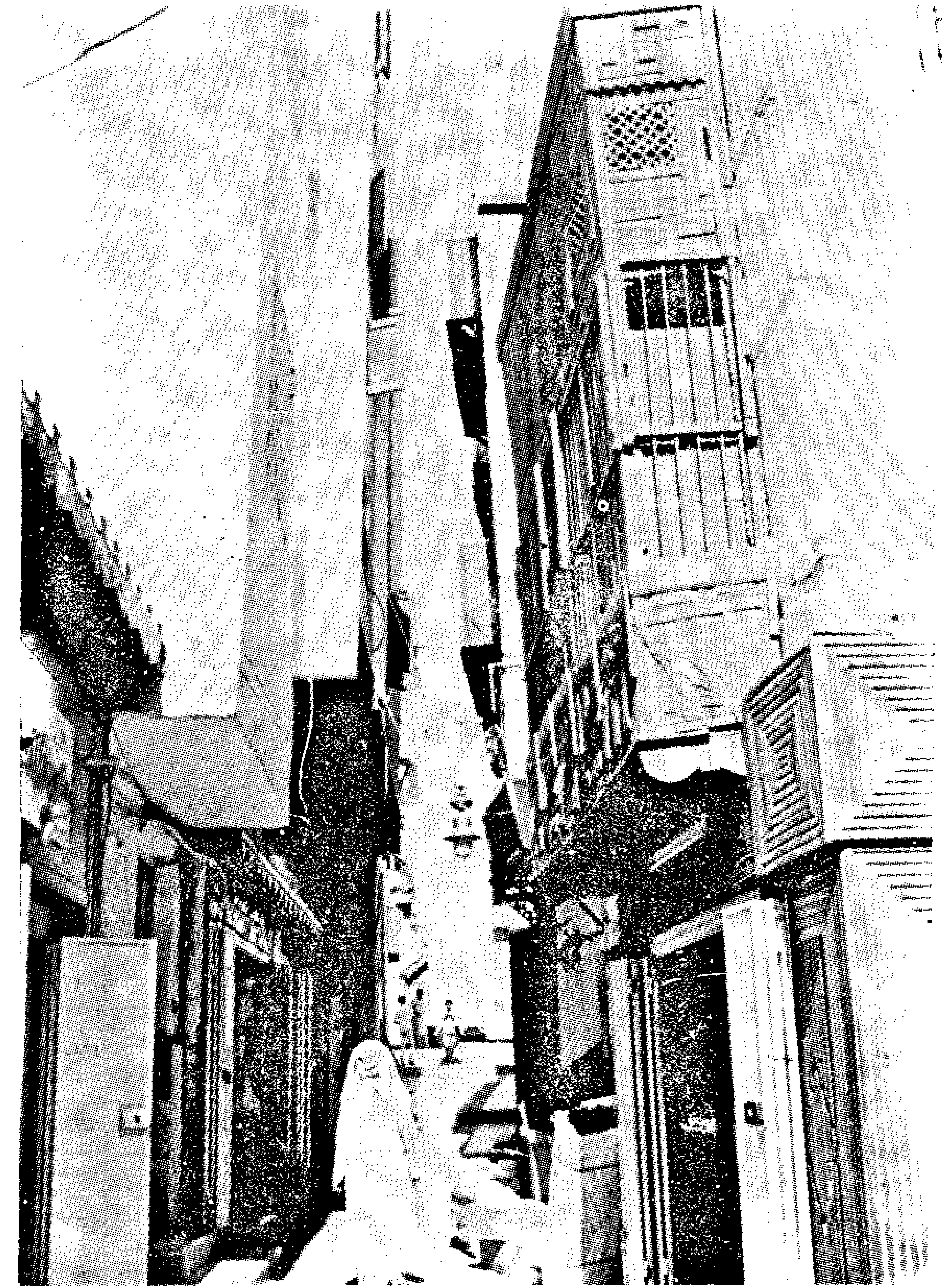
الواجهات الشمالية غطيت (بالروشان) وكان بعضها له عقود مستديرة ، يؤكد وجود الملاقف الهوائية أو فكرة الملاقف الهوائية (والمتمثلة في وجود الفتحات الواسعة في الواجهات والموصلة إلى بئر الدرج الذى يعمل على سحب الهواء الساخن من الفراغات الداخلية إلى الخارج والاستعاضة عنه بالهواء البارد الآتى من البحر والممرات الضيقة والمظللة المحيطة بالمنازل) .

أما من الناحية التخطيطية فإن مدينة جدة القديمة تعد كأحد الأمثلة للمدن الإسلامية والتي تمتاز بشوارعها المتعرجة والضيقة المظللة وكذلك تدرج الفراغات الخارجية في الوظيفة والمساحة بها حيث يعكس هذا التدرج في الشوارع والفراغات القيم الاجتماعية المرتبطة بالإسلام حيث تسلسل الفراغات التي تربط بين عناصر المدينة المختلفة (شكل ١ ، ٢) وقد كان للفصل الواضح بين الحياة العامة والخاصة أكبر الأثر في تحديد شكل الفراغات التي تربط بين أجزاء المدينة المختلفة ، فبينما تزداد الشوارع ضيقا كلما تقدمت من الأماكن العامة ثم تنتقل إلى طرق للمشاة أشد ضيقا وتؤدى

هذه بدورها إلى ساحات مشتركة تتفرع منها المداخل المؤدية إلى المنازل . وقد أدى ضيق الشوارع والنهايات المغلقة إلى إيجاد شعور مشترك بالارتباط والانتماء مما ساهم في توثيق



شكل ١ - قطاع مدينة جدة القديمة يوضح تدرج الفراغات الخارجية كأحد الأمثلة للمدن الإسلامية القديمة ، (سلطان خان).



شكل ٢ - الشوراع الضيقة والمؤدية إلى ساحات مشتركة تحيط بها المنازل .

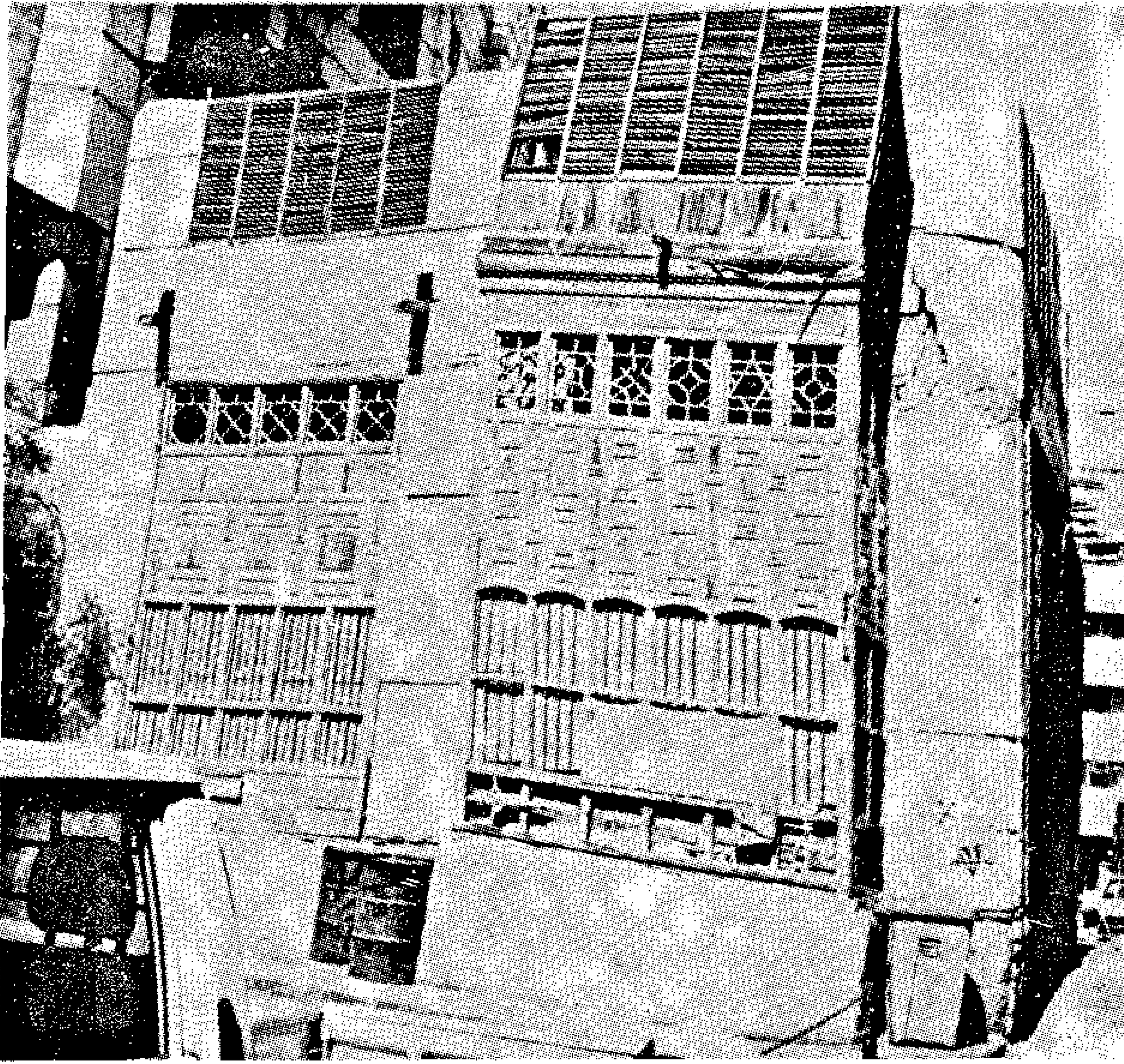
الروابط الاجتماعية والشعور بالمشاركة الجماعية بين الناس مما لانراه الآن في كثير من المدن الحديثة .

مساكن جدة القديمة :

تشتمل جدة القديمة على ثلاثة أنواع من المساكن هي :

١ - المنازل الصغيرة :

وهي غالبا من دورين وهي مبنية من الحجر الجيرى المرجانى ومغطاه بالمصيص ثم بطبقة من الدهان (غالبا أبيض اللون) وتشتمل هذه المباني على نوافذ بارزة محلاة بالرواشين التي تغطي الواجهة كاملة ومحاطة بالمشربيات والمبنى مزين في دوره الأرضي بعناصر تجميل غالباً مصنوعة من المصيص وعادة يسمى هذا البيت بالمنزل ذو الواجهة الواحدة (شكل ٣) .

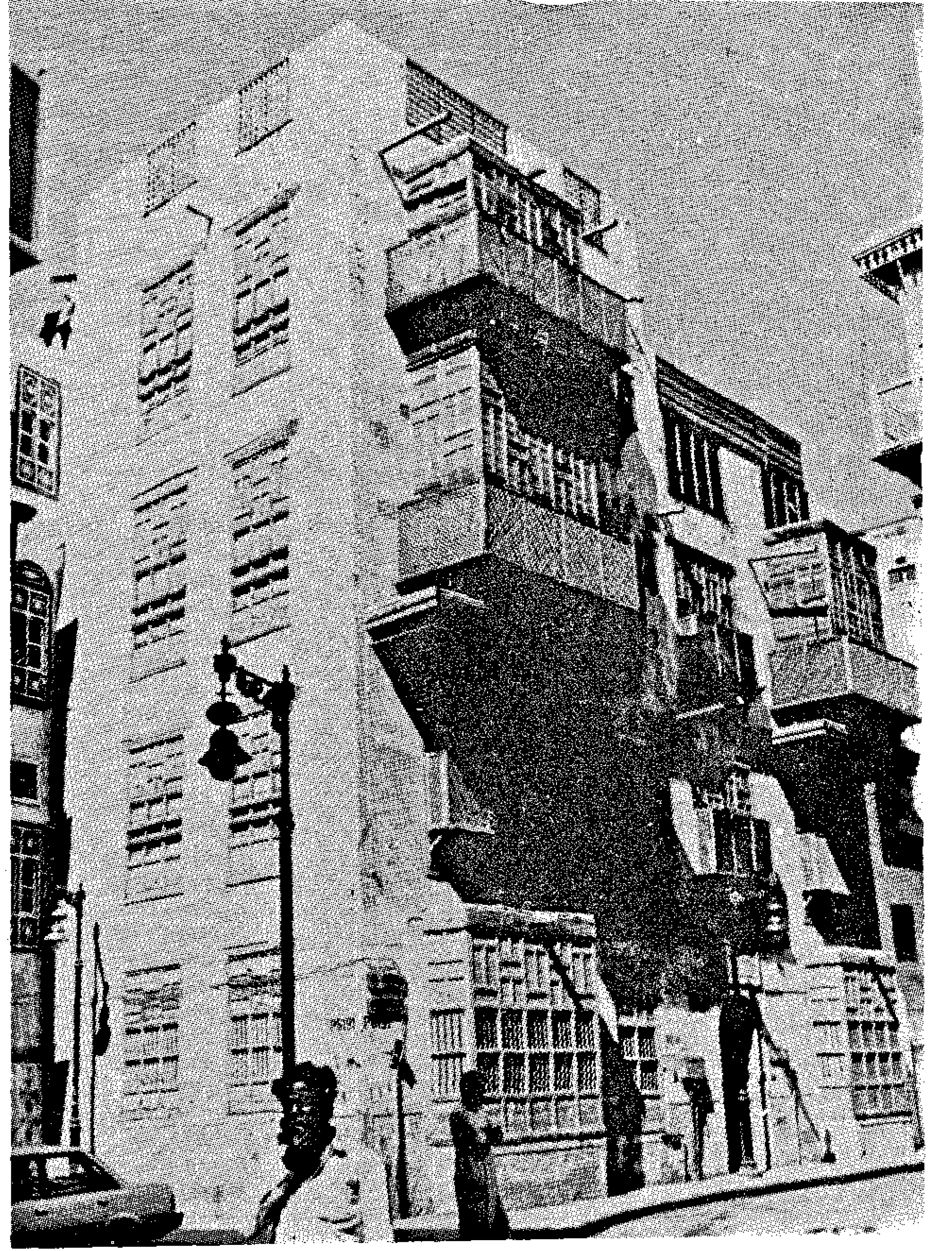


شكل ٣ - أحد المباني القديمة في جدة (المنازل الصغيرة) المنزل ذو الواجهة الواحدة .

٢ - المنازل المتوسطة :

وهي تشبه المنازل الصغيرة في طريقة البناء إلا أنها مختلفة عنها في الارتفاع كما أن نوافذها أكبر وتغطى الرواشين واجهتين من المبنى وترتكز هذه الرواشين على دعائم خشبية وتترك هذه الرواشين غالبا بدون زجاج وذلك لضمان استمرار عملية التهوية التي هي ضرورية في هذا الجو الحار الرطب . ومداخل هذه المباني لها مصراعان كبيران

من الخشب المزخرف وتعرف هذه المساكن غالبا بالمبنى ذى الواجهتين . (شكل ٤)



شكل ٤ - أحد المنازل القديمة في جدة (المنازل المتوسطة) المنزل ذو الواجهتين .

٣ - المنازل الكبيرة :

لا يمثل هذا النوع من المنازل عدداً كبيراً من منازل جده ورغم قلة عددها إلا أنها تمثل قمة فن البناء ، ومن أمثلتها منزل الشربتلي (شكل ٥) ومنزل نور ولي (شكل ٦) . ومما يميز هذه المباني دقة التفاصيل ورقتها وجمال نسبها .

وتشتمل واجهات هذه المباني على كثير من الرواشين المزخرفة والشرفات المحلاة بستائر الخشب وتتميز الواجهات الأمامية ببروز الجزء الأوسط منها على هيئة مشربيات .

والمباني أيضاً مبنية من الحجر الجيري المرجاني ومغطاة أيضا بالمصيص ومدهونة بدهان أبيض .

الدور السفلي غالبا للاستقبال والأدوار العليا مخصصة لسكن العائلة ويعرف هذا النوع من المنازل عادة بالمنازل المتعددة الواجهات .

والجدير بالذكر أنه بالرغم من وجود التقسيمات للمباني



شكل ٥ - منزل الشربتلي احد المنازل القديمة في جدة ويظهر ايضا استخدام المشربيات والشرفات ذات الأعمدة الخشبية الرفيعة واستخدام الأعمال الخشبية على جميع الواجهات .

في جدة القديمة إلا أنها تكاد تكون متشابهة جدا من حيث المظهر الخارجي والمفردات المعمارية وقد يتعدى هذا التشابه إلى تضاؤل الفرق بين منازل الأثرياء والأقل منهم حالا ، حيث ينحصر الفرق بين المنازل في الرواشين وبعض الزخارف ، حيث توجد بكثافة وبدقة متناهية في المباني الكبيرة ومباني الأثرياء عنها في منازل الأقل حالا من الأثرياء .

وكذلك من الملاحظ عامة هنا أن المساكن جاءت في أدوار متعددة وقد كان ذلك راجعاً لبعض العوامل التي كان لها الدور في وجود هذه الحالة وهي غالبا العادات الاجتماعية والمناخ حيث التقاليد والرغبة في الفصل بين الحياة الخاصة والعامة والذى حدد ترتيب الفراغات الداخلية للمنزل وكذا وسيلة الاتصال بين الفراغ الداخلي والخارجي . أما العامل الآخر وهو المناخ فقد كان تشكيل المبنى داخليا وخارجيا

متوافقا مع المناخ الحار الرطب .

أهم الملامح المميزة لمنازل جده :

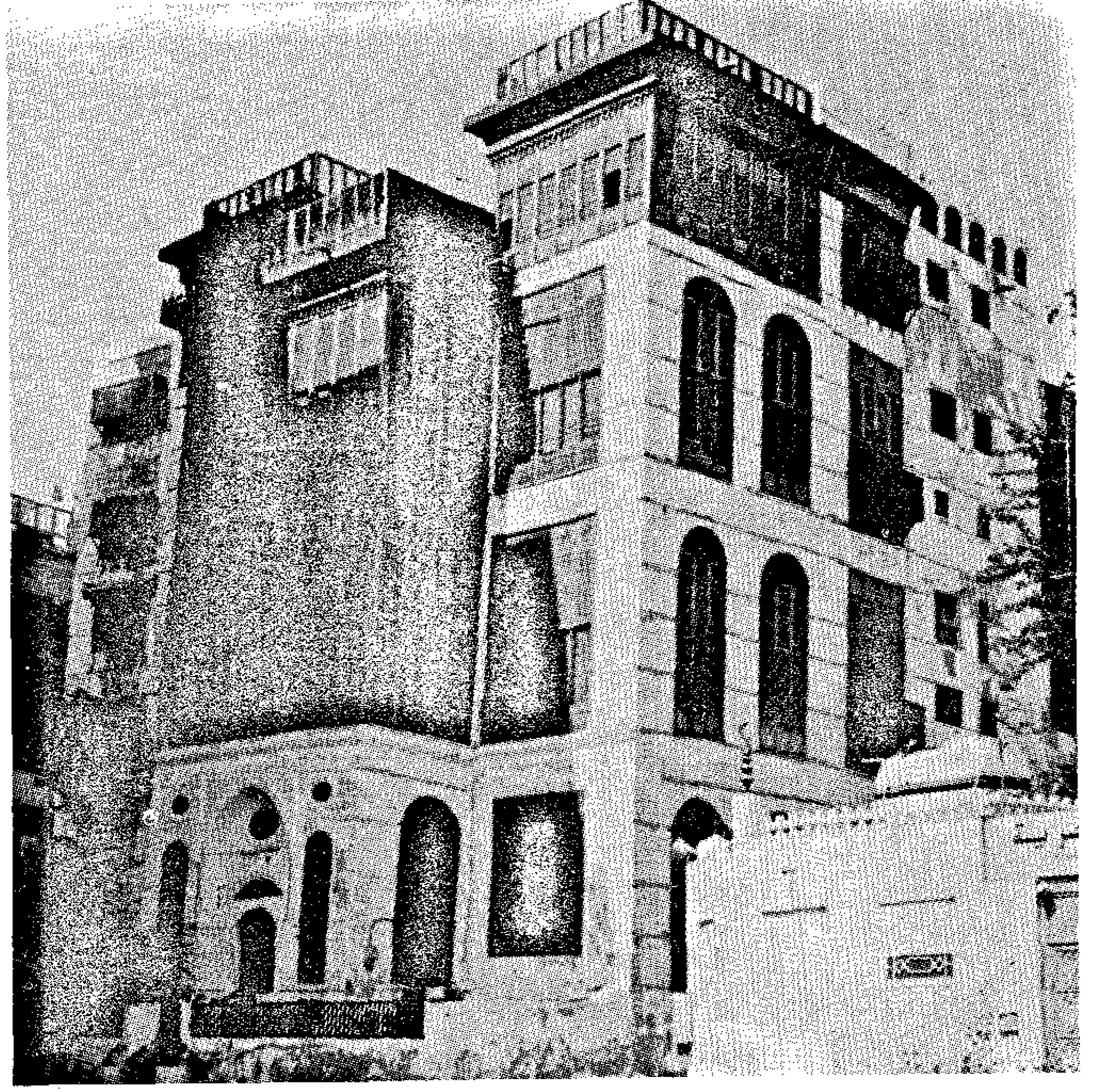
١) الرواشين والمشربيات :

الرواشين كما هو معروف عند كثير من أهل جده هو الفراغ البارز من الغرفة والمطل على الشارع ، وهذا الفراغ إما أن يكون مرتفعا قليلاً عن مستوى أرضية الغرفة أو متماشي معها وأما المشربيات عادة ماتطلق على الغطاء الخشبي ذو الأشكال المختلفة الذي يغطي فتحات الروشان أو النوافذ (شكل ٧) . ومن الملاحظ في رواشين المباني القديمة أن البعض ممتد رأسياً من الدور الأرضي حتى نهاية المنزل والبعض الآخر يكون عرضياً على طول واجهة المنزل. ولو أمعنا النظر لوجدنا أن المباني التي يكون ارتفاعها قليل أي دورين أو ثلاثة تكون على تلك المباني المقياس المناسب مع المبانى المحيطة بها ، أما الرواشين التى تكون بشكل عرضى فإنها تكثر في المبانى الضخمة والمرتفعة أي المبانى ذات الأدوار الأربع والخمس .

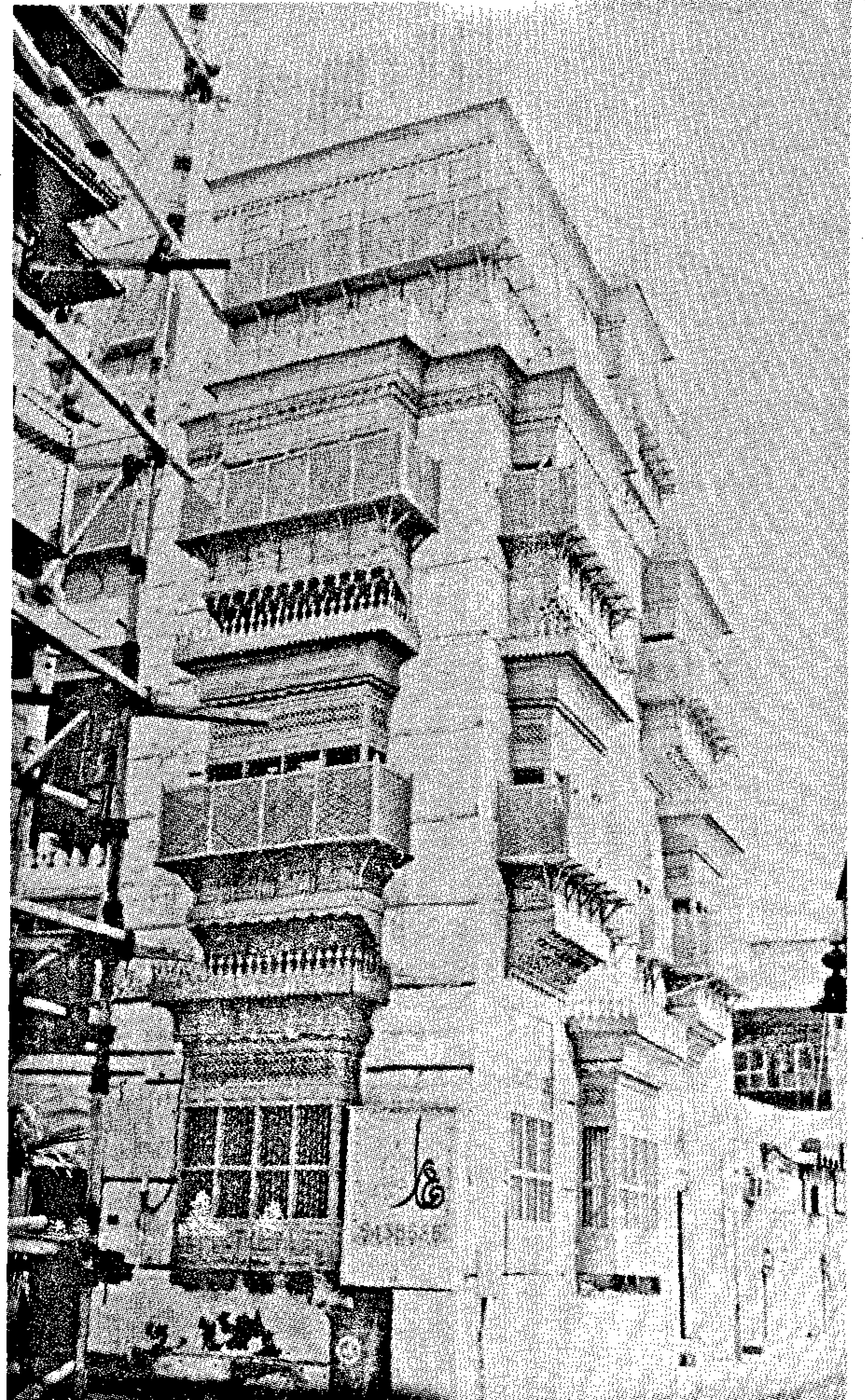
والجدير بالذكر هنا أن الرواشين والمشربيات حققت أهدافاً كثيرة منها أنها تعمل كستار يحجب ضوء الشمس مع تحقيق التهوية الكافية وإعطاء فرصة لامتداد الفراغات الداخلية للمنزل إلى الخارج مع الحفاظ على الخصوصية العالية ، تحقيق تداخل بين الفراغات الداخلية والخارجية للمنازل والذى يعد سمة من سمات العمارة التقليدية في جده حيث أن العادات الاجتماعية القديمة لساكني هذه المدينة هو قضاء بعض أوقاتهم خارج المنزل في الفراغات المجاورة والملاصقة للمباني ، لذلك فإن الفرصة للاتصال بين الداخل والخارج يعد معالجة معمارية رائعة . كذلك إتاحة الفرصة للعوامل لمعرفة مايجرى خارج المنزل فى الشوارع والميادين المجاورة في خصوصية تامة ، حيث أن هذه الظاهرة تكاد تكون مفقودة تماماً في عمارة اليوم حيث نجد أن أفراد العائلة يسكنون إما فى شقة أو فيلا محاطة بسور عال لايعرفون مايجري حولهم .

٢) الزخارف الخارجية :

بالإضافة إلى المشربيات والرواشين التى تحلى واجهات منازل جدة ، توجد هناك أشكال مختلفة على حواف



شكل ٦ - منزل نور ولي أحد المنازل القديمة في جدة ويظهر استخدام الروشان والمشربيات التى تغطى معظم واجهة المبنى وكذا الواجهات المحلاة بستائر الخشب .

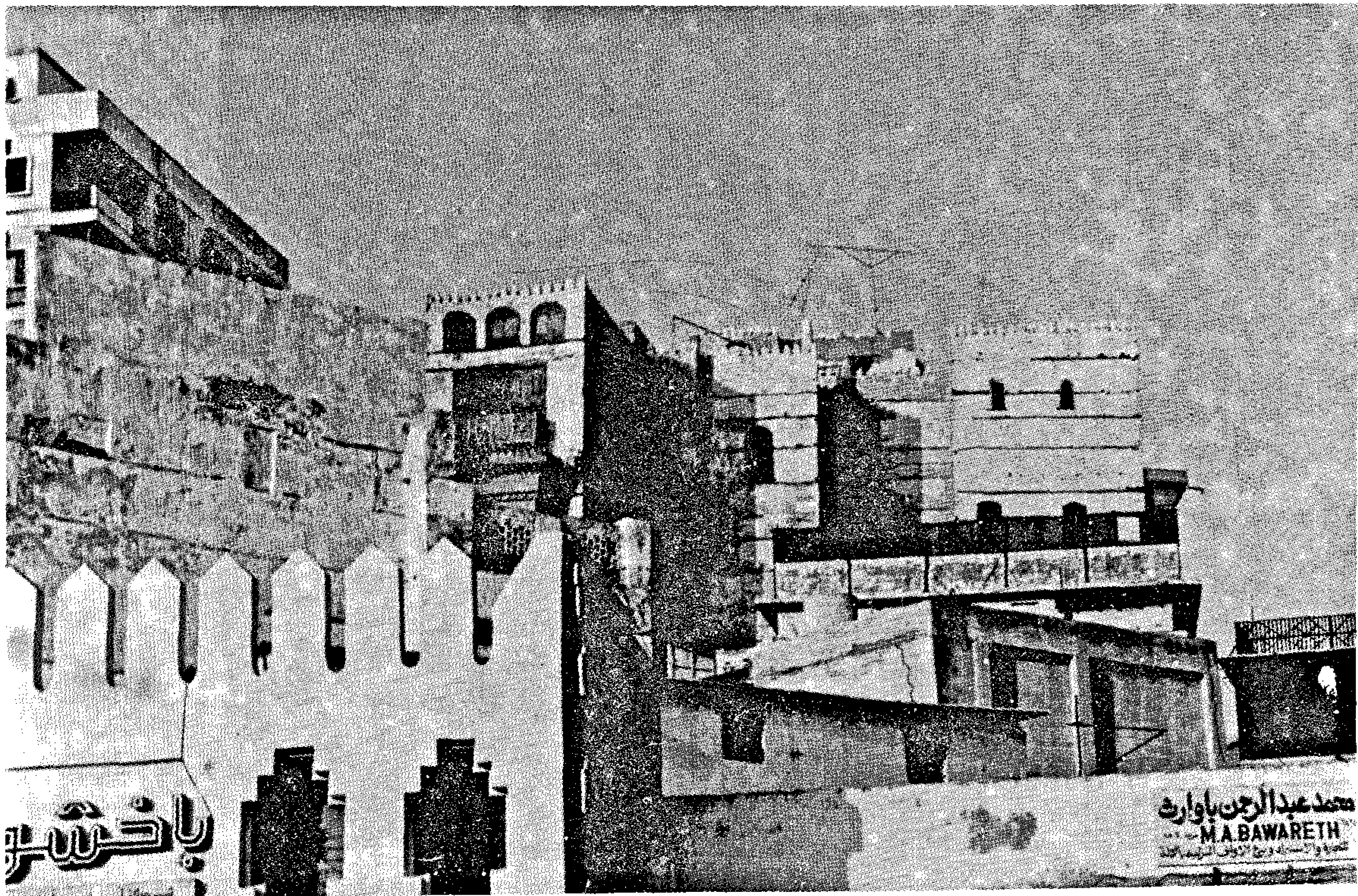


شكل ٧ - أحد الأمثلة لرواشين منازل جده القديمة .

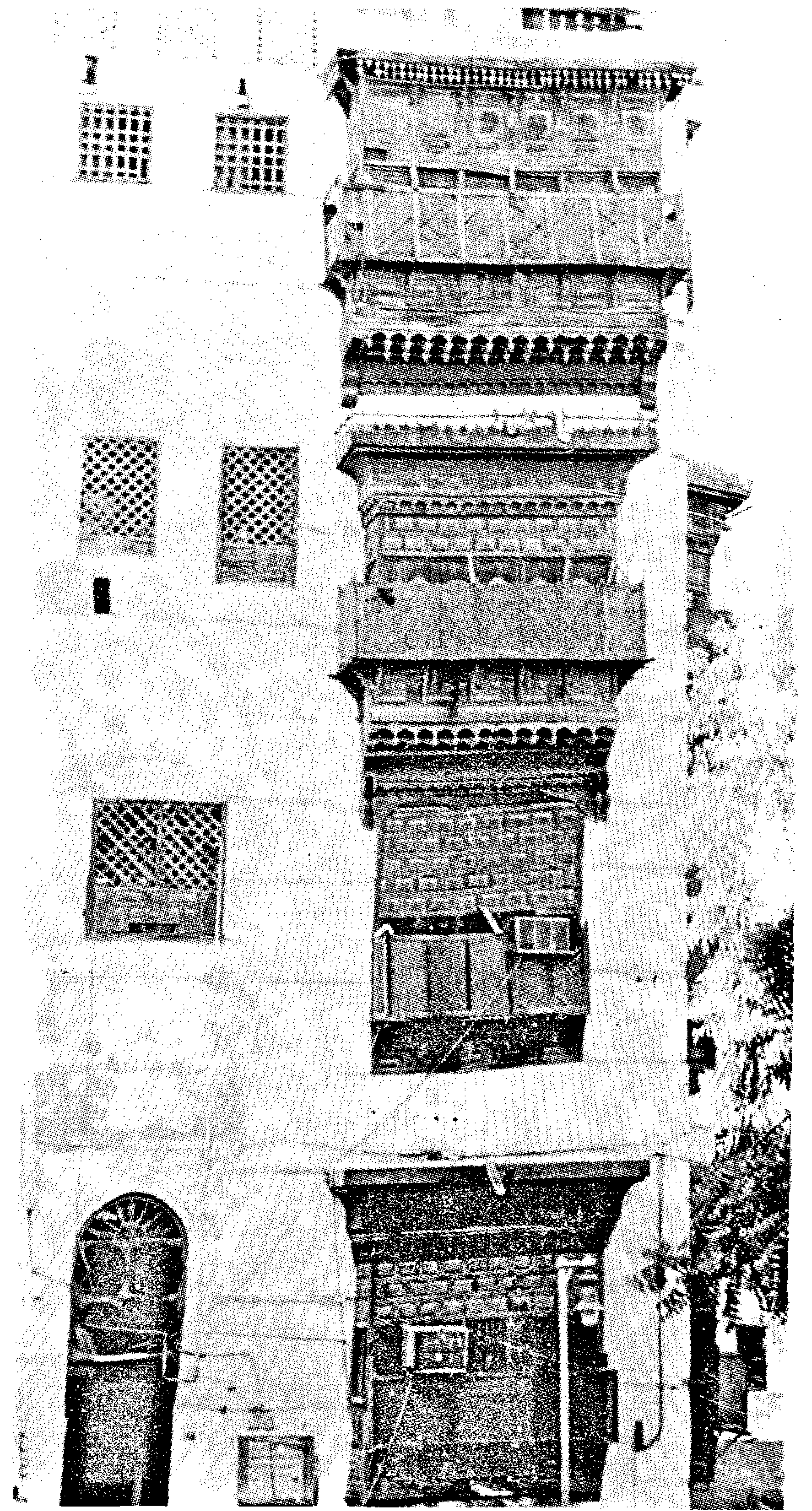
الأسقف والرواشين والبعض الآخر يوجد محفوراً على الأبواب والرواشين .

فتلك التى توجد على ذروة المنازل والخارجات هى عبارة عن فتحات مغطاة إما بالخشب أو الحجر الجيرى أو الطوب بأشكال مختلفة والمعمول بطريقة ممتازة يظهر فيها الشكل الجمالي مع تحقيق الوظيفة المنشودة من الفتحات وهو السماح للهواء بالمرور خلال السطح والذى عادة مايستخدم لأغراض عدة كالمبيت والسمر وغيرها . ويمكن القول هنا أن التنوع المحكوم بوحدة واحدة يكاد يكون هو الطابع المميز لشرفات المنازل في جده القديمة حيث الجمال البديع والذى لايخرج عن الوظيفة المعد لها والمشار اليها آنفا ، فلا إفراط ولاتفريط فى الأشكال المعمارية (شكل ٨) .

أما بالنسبة للزخارف التى توجد على حواف الرواشين (شكل ٩) والمحفورة على الأبواب (شكل ١٠) فجميعها تتميز بالأشكال الهندسية المختلفة والمتوارثة منذ القدم من الأشكال والرسومات والتي عادة ماتستخدم في العالم الإسلامي مثل المقرنصات والتى كثيراً ماتشكل قاعدة الرواشين والعقود الصغيرة والمتناهية الدقة ، والجدير بالذكر أن معظم الزخارف الخارجية تتخذ عادة الدائرة كوحدة أساسية في تشكيل وإظهار الزخارف والتى تتضمن الأشكال الهندسية الأخرى مثل المثلث والمربع والمستطيل والمثمن وغيرها .



شكل ٨ - الزخارف على ذروة المنازل حيث التنوع المحكوم بوحدة واحدة .



شكل ٩ - الزخارف الموجودة على حواف الرواشين وهى من الخشب المشغول وتبدو جميعها فى أشكال هندسية بارزة ومتنوعة بما يضفي جمالاً ورونقاً على الواجهات.

٣) النوافذ الخشبية التقليدية :

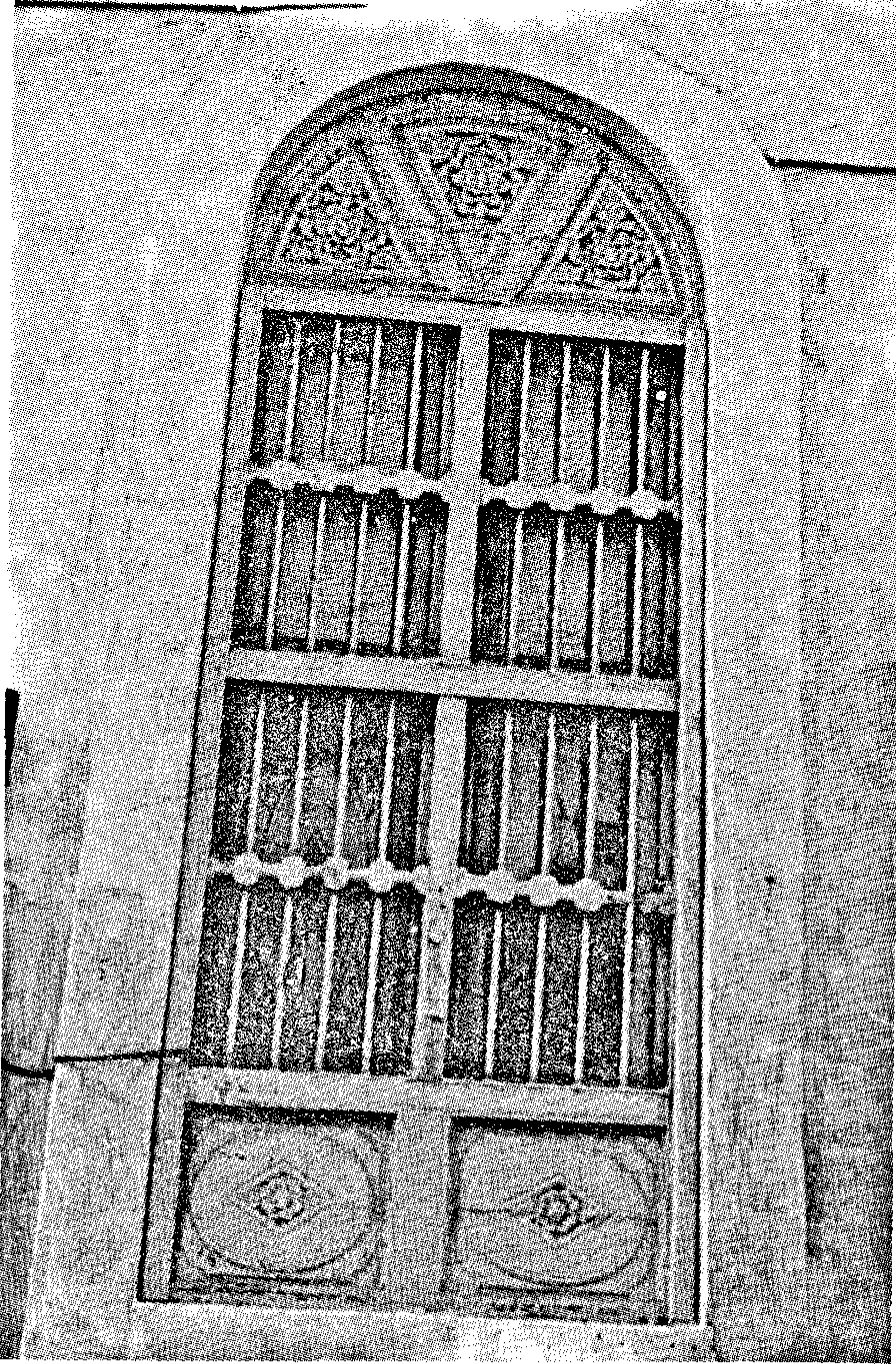
تتسم هذه النوافذ بالبساطة وهى فى العادة توجد فى البيوت المتواضعة حيث تغطى فتحات هذه المنازل بنوافذ خشبية معمولة بطريقة جيدة حيث تضفى جمالاً وتتماشى مع فتحات المنازل المحيطة بها (شكل ١١).

٤) الخارجـــات :

وهى الفراغات الغير مسقوفة فى الأدوار العلوية بحيث



شكل ١٠ - الزخارف المحفورة على الأبواب وأغلبها زخارف تجريدية ونقوش



شكل ١١- النوافذ الخشبية فى مبانى جده التقليدية حيث استخدام مصبعات الحديد على فتحات النافذة الممتدة رأسيا ووجود العقد النصف دائرى أعلى الفتحة والإطار الموجود حول الفتحة .

تكون محاطة من جميع جوانبها بستار إما خشبي أو بجدران عادية من الحجر الجيرى ، وتغطى فتحات هذه الخارجات والمطلة على الشارع خاصة بأشكال خشبية ذات جمال رائع تشابه المشربيات التى تغطى الرواشين من حيث الشكل الخارجى (شكل ١٢) .



شكل ١٢ - يوضح الخارجات (الفراغات غير المسقوفة) فى الأدوار العلوية وهى تكون محلاه من جميع جوانبها بستار إما من الحجر أو الخشب وبنقوش جمالية .

المراجـــع :

أ) مراجع عربية :

١) منازل جده القديمة « دراسة فى العمارة الوطنية لمدينة جده القديمة » . سلطان محمود خان . مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - ١٤٠٦ هـ .

٢) جده التخطيط والعمارة الإسلامية - أمانة مدينة جده - يناير ١٩٨٠م.

٣) مجلة البناء - العدد الرابع والثلاثون - عبد الواحد الوكيل - تصميم عمارة المساجد فى المملكة العربية السعودية ، ١٤٠٧ هـ .

ب) مراجع أجنبية :

1) Jeddah, The Bride Of The Red Sea, Progress And Development, Al-Fakahani H-(ed) (1986) Cairo, The Arabian Publishing House For Encyclopaedias.

2) The Development Of Housing In Jeddah : Changes in Built Form From The Traditional To The Modern. ALHARBI,T. (1989). Unpublished PhD. Thesis - University Of Newcastle.

3) MIMAR, No. 16 (1985). Hhan Hosam-Uddin, "National Commercial Bank - Jeddah".

4) MIMAR, No.1 (1981). El-Wakil, Abdelwahed, :Al Sul., jeddah.

ج) رحلة ميدانية قام بها الباحثان .

بصمات التشريعات العمرانية على ملامح القاهرة الكبرى

د. محمد ابراهيم قشوة
استاذ مساعد بهندسة الأزهر

مقدمة :

مرت القاهرة عبر تاريخها الطويل بتحولات حضارية هائلة ، ترجع فى نشأتها إلى تأسيس مدينة الفسطاط كمركز ثقل عمرانى وإدارى ، ومن يومها صار هذا الموقع - وإن اختلف الموضع - مقرا للسلطة ، ومحطا لرجال العاصمة التى أضناها الترحال تارة بين « منف » وتارة بين « طيبة » الأقصر ، وتارة بين « عين شمس » ، وتارة بين « تل العمارنة » ، وتارة بين « الاسكندرية » ... الخ ، ويمكن تقسيم المراحل التاريخية فى حياة القاهرة إلى سبعة مراحل اعتمادا على التحولات الحضارية البارزة التى مرت بها ، وليس الغرض من ذكر هذه المراحل هو سرد تاريخ القاهرة ، وانما هو الوقوف عند المشروعات العمرانية الضخمة التى أدت إلى تحولات حضارية ملموسة ، وما اعتمدت عليه هذه التحولات من تشريعات عمرانية ، ثم تحليل هذه التشريعات لبيان مدى فاعليتها فى تحقيق التحول الحضارى المنشود . وهذه المراحل التاريخية الكبرى هى :

(١) اندماج العواصم الثلاث (الفسطاط - العسكر - القطائع) فى عاصمة واحدة (من ٦٤١ - ٩٦٩ م).

(٢) القاهرة فى العصر الفاطمى (٩٦٩ - ١١٧١م) - ٢٠٢ عاما .

(٣) القاهرة فى العصر الأيوبي (١١٧١ - ١٢٤٩م) - ١٧٨ عاما .

(٤) القاهرة فى العصر المملوكى (١٢٥٠ - ١٥١٦م) - ٢٦٦ عاما .

(٥) القاهرة فى العصر التركى (١٥١٧ - ١٨٠٥) - ٢٨٨ عاما .

(٦) القاهرة فى عصر محمد على وأسرته (١٨٠٥ - ١٩٥٢) - ١٤٧ عاما .

(٧) القاهرة فى النصف الثانى من القرن العشرين (١٩٥٢ وحتى اليوم) - ٤٠ عاما تقريبا .

ونظرا لأهمية هذا الموضوع فسيتم عرض وتحليل التشريعات العمرانية لكل مرحلة من المراحل السالفة فى بحث مستقل حتى يتسنى الوفاء بالتفاصيل اللازمة . ويقع فى دائرة اهتمام هذا البحث المرحلتان الاخيرتان (٦،٧) ، إلا أن التركيز سوف يكون موجها للمرحلة الأخيرة ، على ان يتم تغطية المرحلة (٦) تغطية كاملة فى بحث مستقل أيضا .

ويتشكل الهيكل البنائى لهذا البحث من الموضوعات الرئيسية التالية :

(١) القاهرة فى عصر محمد على وأسرته .
(٢) القاهرة فى القرن العشرين .
(٣) التشريعات .. والقاهرة الكبرى .
(٤) التشريعات العمرانية .
(٥) التشريعات العمرانية بين النص القانونى والواقع التطبيقى .
(٦) خلاصة البحث وتوصياته .

١ - القاهرة فى عصر محمد على وأسرته :

لعل أبرز التحولات العمرانية لمدينة القاهرة فى ذلك العصر ترجع إلى الخديوى اسماعيل ، الذى نشأ وترعرع فى باريس ، ورأى المهندس « هاوسمان » وهو يقدم مشروع التخطيط العام لمدينة باريس إلى نابليون الثالث فأعجب به وطمحت نفسه أن يجعل من القاهرة « باريسا » شرقية ، فعهد إلى ذلك المهندس أن يضع للقاهرة مخططا عاما يحتوى العناصر الأساسية لمخطط باريس .. (كمرور نهر السين فى وسط المدينة ، والشوارع والميادين الفسيحة ، والغابات الكثيفة .. الخ). فوضع هذا المهندس مخطط القاهرة (١٨٦٣) وهو يشتمل على سبعة مشروعات ضخمة هى :

(١) **مشروع تحويل مجرى النيل** : إلى الشرق من موقعه الأصلى ، وأقام مكان المجرى القديم أحياء الجيزة والدقى السكنية ، وحدائق الحيوان والأورمان ، وربط الضفتين بعدد من الكبارى .

(٢) **مدخل القاهرة الشمالى** : كانت محطة السكة الحديد تعتبر نهاية القاهرة من الشمال ، وكان بجوارها قرية تسمى « كوم ريش » يسكنها زارعو الفجل فى المنطقة المجاورة ، لهذا اعتمد مشروع تخطيط شمال القاهرة على إيجاد حى سكنى مكان مزارع الفجل سمى « الفجالة ». وحى سكنى آخر هو السكاكينى ، وثالث هو حى ابراهيم باشا بالمحطة ، هذا بالإضافة إلى إنشاء شارع شبرا ليربط بين قصر محمد على بشبرا وبين وسط المدينة ، وبعض الشوارع الأخرى كشارع ابراهيم باشا ، ونوبار ورمسيس .

(٣) **منطقة عابدين** : كانت تقع مكان ميدان عابدين الحالى بحيرة تسمى بحيرة الفراعين وكان يحيط بها عدد من البرك مثل الناصرية ، والسقايين ، والفوالة ، ومجموعة أخرى من البرك الصغيرة ، وقد أهتم مخطط هذه المنطقة بإقامة قصر للحكم سمى بقصر عابدين وله ميدان فسيح وحوله مجموعة من الأحياء السكنية سميت بأسم « البرك » التى كانت قائمة كالناصرية والفوالة والسقايين .

(٤) **منطقة الأزبكية** : اشتمل المخطط على ردم بركتها الكبيرة التى كانت تتوسطها وإزالة الجبانات ، وإقامة حديقة عامة عهد بإنشائها إلى المهندس الفرنسى باريل بك ، وكانت مساحتها تبلغ ٢٠ فدانا ، كما أنشأ ميادين العتبة الخضراء ، والتياترو (الأوبرا) ، وشوارع كلوت بك وإبراهيم باشا وغيرها .

(٥) **الشاطىء الشرقى للنيل** : كان شارع عماد الدين الحالى وامتداده محمد فريد ومريت باشا ، والقصر العينى هو الحد الغربى للقاهرة ، وقد اشتمل مخطط هذا الشاطىء على وصل القاهرة بالنيل ، فنشأت أخطاط الاسماعيلية - التوفيقية - معروف - باب اللوق - الداودبين - الحوياتى - القاصد - الانشا - المنيرة - ميدان الاسماعيلية (التحرير) وما تفرع منها من شوارع .

(٦) **الشاطىء الغربى للنيل** : ويشمل المناطق الواقعة بين شاطىء النيل الحالى وشارع المدارس وشارع الجيزة ومناطق الدقى والجامعة ووادى الدكرور . واشتمل المخطط على إنشاء « أورمان » وحديقة للحيوان ، وسراى الجيزة وأرض المعارض ، ومدخل القاهرة الجنوبى الذى يصلها بالأهرام وتشجيره .

(٧) **منطقة الزمالك** : تضمن المخطط أن تصبح مصيفا للقاهرة ولم يسمح باقامة أية منشآت ثابتة عليها وصرح فقط لأكشاك الاستحمام فسميت (الزمالك) ، وتحولت الجزيرة كلها إلى مجموعة من الحدائق العامة .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن عدد سكان مدينة القاهرة عندما تولى اسماعيل عرش مصر (١٨٦٣) كان حوالى ٣٥٠ ألف نسمة ، وقد وضع المخطط المقترح فى عهده بحجم سكانى مستهدف قوامه ٧٥٠ ألف نسمة خلال فترة ٥٠ سنة ، وبهذا يكون المخطط قد بلغ غايته واستنفد أغراضه عام ١٩١٣ ، وكان من الواجب اعادة تجديد هذا المخطط لمدة ٥٠ عاما أخرى ، ولكن هذا لم يحدث ، كما يجب التنويه إلى أن المشروعات السبعة السابقة التى تضمنها المخطط قد استغرقت خمس سنوات فقط فى الإعداد والتنفيذ .

٢ - القاهرة فى القرن العشرين :

تضمنت الدراسات السابقة أن القاهرة استقبلت القرن العشرين بحجم سكانى لا يتجاوز ٧٥٠ ألف نسمة ، وأنها زادت بمقدار نصف حجمها السكانى تقريبا (٣٢٣ ألف

نسمة) خلال الفترة من ١٩٠٠ إلى ١٩٢٧ ، ويوضح جدول رقم (١) أن نسبة سكان القاهرة إلى سكان الحضر (١٩٢٧) كانت ١٨,٨٧ ٪ ، وأن متوسط الكثافة السكانية بها كانت ٦٥٨٤ نسمة/كم[٢] ، إلا أن الحجم السكانى للقاهرة قد قفز عام ١٩٨٤ إلى ٦,٠٩٠ مليون نسمة ، فارتفعت نسبة سكانها إلى نسبة سكان الحضر لتصل إلى ٣٠٪ ، وزاد متوسط كثافة السكان بها لتبلغ حوالى ٢٨٠٠٠ نسمة/كم[٢].

جدول رقم ١ -نمو السكان بمدينة القاهرة

السنة	عدد سكان محافظة القاهرة بالمليون	عدد سكان الحضر بالجمهورية بالمليون	نسبة سكان القاهرة إلى سكان الحضر	تطور الكثافة السكانية بالقاهرة نسمة / كم٢ ٢٧
١٩٢٧	١,٠٧٣	٣,٧١٦	٪ ٢٨,٨٧	٦٥٨٤
١٩٤٧	٢,٠٨٠	٦,٢٠٢	٪ ٣٣,٥٣	١١٧٠٤
١٩٦٠	٣,٣٦٠	٩,٦٥١	٪ ٣٤,٨١	١٥٦٣٤
١٩٧٦	٥,٠٧٤	١٦,٠٣٦	٪ ٣١,٦٤	٢٣٧١٧
١٩٨٤	٦,٠٩٠	٢٠,٥٧٨	٪ ٢٩,٥٩	٢٧٩٧٤

ترتيب قطاعات واحياء مدينة القاهرة حسب عدد السكان فى ١٩٨٥/١٠/٢٨

المصدر : الجهاز المركزى للتعبئة العامة والأحصاء

جدول رقم (٢)

القطاع	الأحياء	عدد السكان بالالف	النسبة المئوية / لسكان القسم إلى إجمالى المحافظة
قطاع شمال	حى شمال	٨٤٨,١	١٣,٦
	حى شبرا	٦٨٤,١	١١,١
	حى الزيتون	٧١٢,٩	١١,٥
	٣	٢٢٤٥,١	٣٦,٢
قطاع شرق	حى مصر الجديدة	٣٤٧,٣	٥,٦
	حى شرق القاهرة	٧٠٨,٤	١١,٤
	حى الوايلى	٢٩٥,٣	٤,٧
	٣	١٣٥١,٠	٣١,٧
قطاع غرب	حى وسط	٥٢٠,٨	٨,٤
	حى عابدين	٢٣٦,٤	٣,٨
	حى غرب	٢٥٧,٣	٤,١
	٣	١٠١٤,٥	١٦,٣
قطاع جنوب	حى جنوب	٥١٥,٩	٨,٣
	حى مصر القديمة	٦٦٢,٩	١٠,٧
	حى حلوان	٤١٨,٦	٦,٨
	٣	١٥٩٧,٤	٢٥,٨
٤	١٢	٦٢٠٨,٠	١٠٠

جدول رقم (٣)

القطاع	الأحياء	الأقسام	عدد السكان بالألف	النسبة المئوية لسكان القسم إلى جملة المحافظة	الكثافة نسمة/كم٢
قطاع شمال	حى شمال	قسم روض الفرج	٣١٨,٧	٥,١	١١٨٠٣٧
		قسم الساحل	٥٢٩,٤	٨,٥	٨١٤٤٦
			٨٤٨,١	١٣,٦	
	حى شبرا	قسم شبرا	١٥٢,٩	٢,٥	٩٥٠١٤
		قسم الشرابية	٥٣١,٢	٨,٦	
		قسم الزاوية الحمراء	--		
			٦٨٤,١	١١,١	
	حى الزيتون	قسم الزيتون	٣٣٠,٢	٥,٣	٧٨٦١٩
		قسم حدائق الزيتون	٣٨٢,٧	٦,٢	
			٧١٢,٩	١١,٥	
	٣	٧	٢٢٤٥,١	٣٦,٢	
قطاع شرق	حى مصر الجديدة	قسم مصر الجديدة	١٥٠,٥	٢,٤	١٠٧٥٢
		قسم النزهة	١٢٢,٠	٢,٠	
		قسم مدينة نصر	٧٤,٨	١,٢	
			٣٤٧,٣	٥,٦	

جدول رقم (٤)

القطاع	الاحياء	الأقسام	عدد السكان بالاف	النسبة المئوية لسكان القسم إلى المحافظة	الكثافة نسمة/كم٢
قطاع شرق	حى شرق القاهرة	قسم المطرية	٧٠٨,٤	١١,٤	١٠٤٤٨
		قسم مدينة السلام			
		قسم عين شمس			
			٧٠٨,٤	١١,٤	
	حى الوايلى	قسم الوايلى	١٧٤,٩	١,٨	٣٣٧٩١
		قسم الظاهر	١١٠,٤	١,٩	٦٠٢٠٠
		قسم مدينة ناصر	--		
			٢٨٥,٣	٣,٧	
	٢	٩	١٣٥١,٠	٢١,٧	
قطاع غرب	حى وسط القاهرة	قسم الدرب الأحمر	١٨٠,٧	٢,٩	٦٤٥٣٦
		قسم الجمالية	٢٠٩,٨	٣,٤	٤٣٧٠٨
		قسم باب الشعرية	١٢٠,٣	٢,١	١١٨٤٥٥
			٥٢٠,٨	٨,٤	
	حى عابدين	قسم عابدين	٩٨,٩	١,٦	٦١٨١٣
		قسم الموسكى	٦٧,٠	١,١	١١١٦٦٧
		قسم الأزبكية	٧٠,٥	١,١	٩١٤٧١
			٢٣٦,٤	٣,٨	
	حى غرب	قسم قصر النيل	٤٦,٧	٠,٧	٧٧٨٢
		قسم الزمالك	-		
		قسم بولاق	٢١٠,٦	٣,٤	٧٨٠٠٠
			٢٥٧,٣	٤,١	
	٣	٩	١٠١٤,٥	١٦,٣	

جدول رقم (٥)

القطاع	الاحياء	الاقسام	عدد السكان بالألف	النسبة المئوية لسكان القسم	الكثافة نسمة/كم٢
قطاع جنوب	حى جنوب القاهرة	قسم السيدة زينب	٣٩٣,٩	٤,٧	٨٣٦٨٦
		قسم الخليفة	٢٢٣,٠	٣,٦	٢٥٩٣٠
			٥١٥,٩	٨,٣	
	حى مصر القديمة	قسم مصر القديمة	٣٣٢,٢	٥,٤	٣٢٨٩١
		قسم المعادى	٣٣٠,٧	٥,٣	١٣١٧٥
		قسم البساتين	--		١
			٦٦٢,٩	١٠,٧	
	حى حلوان	قسم حلوان	٣٥٧,٦	٥,٨	٦٥٤٠٦
		قسم التبين	٦١,٠	١,٠	--
	٣	٧	٤١٨,٦	٦,٨	
			١٥٩٧,٤	٢٥,٨	
١	١٢	٣٢	٦٢٠,٠	١٠٠	

أما عن توزيع قطاعات وأحياء القاهرة فيوضحها الجدول رقم (٢) ، فهى مقسمة إلى ٤ قطاعات (شمال - جنوب - شرق - غرب) ، تحتوى على ١٢ حيا ، وأن أكثر هذه القطاعات سكانا هو قطاع « شمال » الذى يضم أكثر من ثلث سكان القاهرة . (٣٦,٢٪) ، واقلها هو قطاع «غرب» الذى يمثل ١٦,٣٪ من جملة سكان القاهرة ، كما توضح الجداول ارقام (٥،٤،٣) توزيع السكان على مستوى الأقسام - ٣٢ قسما - فكان أكثرها سكانا قسم الساحل ٨,٥٪ من سكان القاهرة ، واقلها سكانا قسم قصر النيل ٠,٧٪. أما اكثر الأحياء سكانا فكان حى شمال ١٣,٩٪ ، وادناها حى عابدين ٣,٨٪ من جملة سكان المدينة .

النمو العمرانى .. والاعتداء على الأراضى الزراعية :

كان من الطبيعى أن تمتد مدينة القاهرة على مساحات شاسعة سنويا منها الاراضى الزراعية ، ومنها الاراضى الصحراوية . وبنظرة فاحصة إلى الجدول رقم (٦) يتضح أن مساحات الامتداد العمرانى للمدينة خلال الفترة من ١٩٤٥ - ١٩٨٢ قد بلغت ١٦٧٥٨٠ فدانا منها ٩٩٠٣٠ فدانا من الاراضى الزراعية بنسبة ٥٩٪ والباقى كان من الأراضى الصحراوية . أى أن مدينة القاهرة وحدها كانت تقتطع سنويا ٢٦٧٦ فدانا من الأراضى الزراعية . هذه الأراضى كانت تدخل ضمن النسيج العمرانى للمدينة دون تخطيط مسبق ودون التزام بأى نوع من التشريعات العمرانية الأمر الذى أدى وجود العديد من المناطق العشوائية على أطراف القاهرة .

جدول رقم ٦ - مساحات الامتداد العمرانى للقاهرة

النسبة / طبيعة الارض	١٩٤٥ المساحة (ف)	١٩٤٥ ٪	١٩٦٨ المساحة (ف)	١٩٦٨ ٪	١٩٧٧ المساحة (ف)	١٩٧٧ ٪	١٩٨٢ المساحة (ف)	١٩٨٢ ٪
أراضى صحراوية :	٧١٤٠	٣٧	١٣٣٣٠	٣٥	٢٠٧١٠	٤١	٢٧٣٨٠	٤٥
أراضى زراعية:	١١٩٠٠	٦٣	٢٥٠٠٠	٦٥	٢٩٠٤٠	٥٩	٣٣٠٩٠	٥٥
الجملة :	١٩٠٤٠	١٠٠	٣٨٣٣٠	١٠٠	٤٩٧٥٠	١٠٠	٦٠٤٧٠	١٠٠

٣ - التشريعات .. والقاهرة الكبرى :

ما أن وضعت الحرب العالمية الثانية أوزارها (١٩٤٥) حتى بدأت بعض الدول الأوربية فى إعادة النظر فى مخططات عواصمها لبناء ما دمرته الحرب ولوضع ملامح النمو العمرانى المستهدف لتلك العواصم ، فكان التفكير فى « لندن الكبرى » و « باريس الكبرى » وغيرهما من العواصم والمدن الكبرى الأخرى . وفى منتصف هذا القرن بدأ التفكير فى مصر ينحو نفس المنهج فى « قاهرة كبرى » وكان عدد سكان القاهرة قد بلغ فى تلك الفتره حوالى ١/٤ ٢ مليون نسمة ، وبعد ذلك بقليل تم إنشاء « لجنة تخطيط القاهرة الكبرى » وقامت هذه اللجنة بإعداد الدراسات اللازمة ، وقد تضمن مخطط القاهرة الكبرى - مدينة القاهرة ومدينة الجيزة ومدينة شبرا الخيمة ، كما تضمن إقليم القاهرة الكبرى إضافة إلى ما سبق بعض مراكز وقرى من محافظتى القليوبية والجيزة ، ثم قيل إن حدود الإقليم التخطيطى للقاهرة الكبرى يشمل المحافظات الثلاث السابقة برمتها ، بل وجدناه يشمل أيضا الواحات البحرية ، وأصبح إقليم القاهرة الكبرى يشمل فى النهاية التجمعات التالية :

١٢ مركزا ، ١٧ مدينة ، ٧٦ مجلسا قرويا ، ٣٥٩ قرية . بموجب القرار الجمهورى الصادر عام ١٩٧٧ والخاص بتقسيم مصر إلى ثمانية أقاليم .

والسؤال الذى يطرح نفسه الآن هو : ماهى الصيغة القانونية والتنفيذية لهذه الأقاليم ..؟ لاسيما أن كل إقليم منها تتعدد التبعيات الإدارية والتنفيذية فى داخله . فعلى سبيل المثال إقليم القاهرة الكبرى ، فللقاهرة محافظ ، وللقليوبية محافظ ، وللجيزة محافظ ، وهكذا بقية الأقاليم . فان قيل : إن لكل إقليم لجنة تنفيذية خاصة به .. كان الجواب أين هى هذه اللجان ، وما هى التشريعات التى

تمنحها صلاحيات التنفيذ ؟؟ . هذا من ناحية .

ومن ناحية أخرى ، يعجب الإنسان أن يكون لمصر « قاهرة كبرى » دون تشريعات عمرانية تتناسب مع دورها الحضارى وإنما يطبق عليها القانون ١٩٨٢/٣ (التخطيط العمرانى) كما يطبق على مدينة كفر شكر (٢٠٠٠٠ نسمة فقط) سواء بسواء . كما يطبق عليها قوانين تنظيم المبانى كما تطبق على مدينة قها (٢٠٠٠٠ نسمة) سواء بسواء .

ومما يؤسف له أن مخطط إقليم القاهرة الكبرى قد اعتمد حجما سكانيا ضخما لهذا الإقليم حتى عام ٢٠٠٠ هو ١٦,٢ مليون نسمة . لماذا هذا التركيز السكانى فى دولة علاجها الانتشار العمرانى ؟ ولماذا هذه الانظمة البيئية الغربية (مدن وقرى متضخمة) ؟ إن هذا الإقليم يحتوى على أكثر من ١٥ قرية يزيد حجم كل منها عن ٥٠٠٠٠ نسمة ، فيه المدن الضخمة (كالقاهرة والجيزة وشبرا الخيمة) وفيه مدن عواصم مراكز ، ومدن بدون مراكز ، وتجمعات عمرانية جديدة ... الخ . أنظمة عمرانية عديدة ، وليس له تشريعات عمرانية خاصة به ، لهذا كانت النتيجة الحتمية المتوقعة ، وهى أن تتعدد مشاكله بعدد سكانه ، والأمر يستلزم الآن التعرف على قوانين العمران السارية فى أنحاء الجمهورية ومن ضمنها إقليم القاهرة الكبرى .

٤ - التشريعات العمرانية :

هناك عدد كبير من القوانين التى صدرت فى مجال تخطيط وتنظيم وتشكيل العمران وهى نوعان : إما قوانين، وإما لوائح واشتراطات خاصة لبعض المناطق بالمدن والتى تمنح امتيازات تعميرها لإحدى شركات الاسكان والتعمير . والقوانين التى صدرت فى هذا المجال يمكن تبويبها تحت العناوين التالية : التخطيط العمرانى - تنظيم المبانى - الطرق والميادين - المرافق العامة - الإسكان - المحلات الصناعية والتجارية والعامة - قوانين حماية البيئة - قوانين ذات صلة بالعمران .

٤ - ١ التخطيط العمرانى : وتنظمه القوانين التالية :

القانون رقم ١٩٨٢/٣ باصدار قانون التخطيط العمرانى ، والقانون رقم ١٩٤٠/٥٢ بشأن تقسيم الأراضى المعدة للبناء ، والقانون رقم ١٩٥٦/٢٧ بشأن نزع ملكية الأحياء لإعادة تخطيطها وتعميرها ، والقانون رقم ١٩٥٤/٥٧٧ بشأن نزع ملكية العقارات لأغراض المنفعة العامة ، والقانون رقم ٢٢٢/ ١٩٥٥ بشأن فرض مقابل تحسين على العقارات التى يطرأ عليها تحسين بسبب أعمال المنفعة العامة ، والقانون رقم ١٩٧٩/٥٩ بإنشاء المجتمعات العمرانية الجديدة ، والقانون رقم ١٩٨٣/٢ بإشراف وزارة السياحة على المناطق السياحية واستغلالها ، والقانون رقم ١٩٤٩/٢٨ فى شأن تحديد المناطق الصناعية فى المدن ومجاوراتها ، والقانون رقم ١٩٥٨/٢١ بتشجيع الصناعة ، والقانون رقم ١٩٥٦/٨٦ بشأن المناجم والمحاجر ، والقرار الجمهورى رقم ٩٩١ / ١٩٦٧ بشأن الامن الصناعى ، والقانون رقم ١٩٨١/١٤٣ بشأن الأراضى الصحراوية ، والقانون رقم ١٩٨٣/١١٦ بإصدار قانون الزراعة والذى عدل عدة مرات - القانون رقم ١٩٨٣/١١٧ بشأن حماية الآثار - والقانون رقم ١٩٩١/٧ بتحديد أملاك الدولة الخاصة .

٤ - ٢ تنظيم المبانى : وتنظمه القوانين التالية :

القانون رقم ١٩٤٠/٥١ بشأن تنظيم المبانى ، والقانون رقم ٢٠٦ /١٩٥١ بتنظيم شئون المساكن الشعبية المعدل بالقانون رقم ١٩٥٤/٢١٣ بتنظيم عملية الاستيلاء على الأراضى المخصصة للمساكن الشعبية ، والقانون رقم ١٩٥٤/٦ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء ، والقانون ١٩٥٤/٦٠٥ فى شأن المنشآت الآيلة للسقوط ، والقانون رقم ١٩٥٤/٦٥٦ بتنظيم المبانى والمعدل بالقانون رقم ١٩٥٦/٢٩١ ، والقانون رقم ١٩٥٦/٣٤٤ فى شأن تنظيم وتوجيه أعمال البناء والهدم والمعدل بالقانون رقم ١٩٦١/١٧٨ فى شأن تنظيم هدم المبانى ، والقانون رقم ١٩٦٢/٤٥ فى شأن تنظيم أعمال البناء مع مراعاة أحكام القانون ١٩٥٦/٣٤٤ ، ثم عدل القانون ١٩٦٢/٤٥ بالقانون ١٩٧٦/١٠٦ المعدل هو الآخر بالقانون رقم ١٩٨٢/٣ - والقانون رقم ١٩٦٦/١ فى شأن ترميم وصيانة وتعلية المبانى ، والقانون رقم ١٩٧٤/٧٨ فى شأن المصاعد الكهربائية - والقانون رقم ١٩٨٠/٢١٧ فى شأن إمداد المبانى بالغاز الطبيعى - والقانون رقم ١٩٥٦/١٣٥ فى شأن الأبنية المخالفة .

٤ - ٣ الطرق والميادين العامة : وتنظمه القوانين الآتية :

لائحة استعمال الأفراد للطرق العامة والصادرة فى ٢١ مايو

١٩٨٥ ، والقانون رقم ١٩٦٨/٨٤ - بشأن الإشراف على الطرق العامة - والقانون رقم ١٩٤٨/٧٢ بشأن استعمال الطرق العامة وإشغالها - والقانون رقم ١٩٥٦/١٤٠ فى شأن إشغال الطرق والميادين العامة - والقانون رقم ١٩٦٨/٤٨ بشأن الطرق العامة المعدل بالقانون رقم ١٩٨٤/١٤٦ - والقانون رقم ١٩٥٧/٣٣ بشأن الباعة الجائلين المعدل بالقانون رقم ١٧٤/ ١٩٨١ - والقانون رقم ١٩٥٦/٦٦ فى شأن تنظيم الإعلانات .

٤ - ٤ المرافق العامة : وتنظمها القوانين التالية :

قرار ناظر الداخلية فى ٢٠ يونيو ١٨٨٦ بشأن المراحيض وكسحها المعدل بالقرارات الصادرة فى ٢ يونيو ١٩١٠ ، ٢٧ فبراير ١٩١٥ ، ٢٨ نوفمبر ١٩٢٨ - والقانون رقم ١٩٦٢/٩٣ فى شأن صرف المتخلفات السائلة - والقانون رقم ١٩١١/١٤ بالإصلاح الصحى فى المراحيض العامة - والقانون رقم ١٧/ ١٩٧٨ فى شأن تنظيم الموارد العامة للمياه اللازمة للشرب والاستعمال الآدمى .

٤ - ٥ الإسكان : وتنظمه القوانين التالية :

القانون رقم ١٩٢١/٢١ بإصدار قانون الإسكان - والأوامر العسكرية أرقام ١٩٤١/١٥١ ، ١٩٤٤/٣٦٩ ، ١٩٤٥/٥٩٨ ، ١٩٤٥/٦٠٤ - والقانون رقم ١٩٤٧/١٢١ بإصدار قانون الإسكان المعدل بالقوانين أرقام ١٩٤٩/٧٩ ، ١٩٤٩/٨٧ ، ١٩٥٢/١٩٩ ، ١٩٥٣/٦٥٧ ، ١٩٥٣/٥٦٤ ، ١٩٥٦/٣٥٣ ، ١٩٥٨/٥٥ ، ١٩٦١/١٦٨ ، ١٩٦٥/٢٤ ، ثم حدث تعديلان آخران بالقانونين ١٩٦٦/٣٦ ، ١٩٦٦/٣٧ - القانون رقم ١٩٦٩/٥٢ المعدل بالقانون رقم ١٩٧٧/٤٩ فى شأن تأجير وبيع الأماكن وتنظيم العلاقة بين المالك والمستأجر المعدل بالقانون رقم ١٩٨١/١٣٦ والجارى تعديله أيضا .

٤ - ٦ المحلات الصناعية والتجارية والمحلات العامة :

القانون رقم ١٩٥٤/٤٣٥ فى شأن المحال الصناعية والتجارية وغيرها من المحال المقلقة للراحة والمضرة بالصحة والخطرة المعدل بالقانون رقم ١٩٥٦/٣٥٩ - والقانون رقم ١٩٥٦/٣٧١ بشأن المحال العامة المعدل بالقانون رقم ١٧٠/ ١٩٥٧ - والقانون رقم ١٩٥٦/٣٧٢ فى شأن إنشاء وإدارة الملاهى المعدل بالقانون رقم ١٩٥٧/١٦٩ - والقانون رقم ١٩٨٣/١ بشأن المنشآت الفندقية والسياحية .

٤ - ٧ قوانين حماية البيئة :

القانون رقم ١٩٦٧/٣٨ فى شأن النظافة العامة المعدل بالقوانين أرقام ١٩٧٦/٣١ ، ١٩٨٠/٢٠٩ ، ١٩٨١/١٢٧ ، ١٩٨٢/١٢٩ - والقانون رقم ١٩٦٦/٥ بشأن الجبانات - والقانون رقم ١٩٦٠/٥٩ فى شأن حماية البيئة من استعمال الإشعاعات المؤذية - والقانون رقم ١٩٤٩/٤٥ بتنظيم استعمال مكبرات الصوت - القانون رقم ١٩٤٩/٧٦ فى شأن ردم البرك والمستنقعات ومنع إحداث الحفر المعدل بالقوانين ١٩٥٣/٣٩٣ ، ١٩٧٠/١٧٧ ، ١٩٧٨/٥٧ - والقانون رقم ١٩٨١/١٣٧ (قانون العمل) الباب الخاص بالسلامة والصحة المهنية - القانون رقم ١٩٤٦/٣٥ فى شأن صرف مياه المحال العامة والصناعية فى المجارى العمومية المعدل بالقانون رقم ١٩٤٨/٤٧ ، والقانون رقم ١٩٥٤/٣٣ - القانون رقم ١٩٨٢/٤٨ بشأن حماية نهر النيل والمجارى المائية من التلوث - والقانون رقم ١٩٥٦/١٠ فى شأن الملاحة الداخلية - القانون رقم ٦٦/ ١٩٧٣ بإصدار قانون المرور المعدل عدة مرات آخرها القانون رقم ١٩٨٣/٢٠ - القانون رقم ١٩٧٧/٥٥ فى شأن إقامة وإدارة الآلات الحرارية والبخارية - قرار وزير العمل رقم ١٩٦٧/٤٨ بخصوص درجة تركيز الأتربة فى الوحدات الصناعية لحماية العمال - قرار وزير الصحة رقم ١٩٧١/٤٧٠ بتحديد المعايير الواجب توافرها فى الهواء النظيف - القانون رقم ١٩٦٢/٩٣ بشأن صرف المخلفات السائلة - القرار الجمهورى رقم ٨٦٤/ ١٩٦٩ بشأن لجنة عليا لحماية الهواء من التلوث - وأخيرا إنشاء جهاز حماية البيئة .

٤ - ٨ قوانين ذات صلة بتشريعات العمران :

القانون رقم ١٩٦٠/١٢٤ بإصدار قانون الإدارة المحلية والقوانين المعدلة له - القانون رقم ١٩٨٣/١١٦ بإصدار قانون الزراعة والقوانين المعدلة له - القانون رقم ١٩٤٦/٧٦ بشأن ردم البرك والمستنقعات المعدل بالقوانين ١٩٥٣/٣٩٣ ، ١٧٧/ ١٩٦٠ - القانون رقم ١٩٥٧/٨٠ الخاص بالإشراف على المساكن الشعبية بعد تسليمها لأصحابها - هذا بالإضافة إلى القوانين الخاصة بالأوقاف ، والضرائب العقارية ... الخ .

أما اللوائح والاشتراطات الخاصة فتوضع لتنمية منطقة ما وتعميرها ، ويشترط فيها ألا تخالف نصوص القوانين ، وإنما تعتبر اشتراطات تكون دائما فى صالح العمران ذى المواصفات

أصول العمل الألمانية المعربة
بواسطة جمعية المهندسين الميكانيكيين

سلسلة من ثلاث حلقات
فى موضوع تحليل عناصر التلف
ستصدر فى أعداد لاحقة

أولا - الحلقة الأولى :

« التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكى »

٥-١ تحليل أسباب عدم الفعالية : التشريعات العمرانية في مصر ، والتي تطبق على المدن وبعض القرى ، هذه التشريعات على كثرتها لم تستطع تحقيق النتائج المرجوة منها لعدة أسباب ، أهمها :

يمكن تحليل هذه الأسباب من خلال الإجابة على السؤال التالي : إلى أي مدى يعود الخلل الذي يُفقد القوانين فاعليتها ؟ ويكاد يجعل غيابها مساويا لوجودها ؟ والحقيقة أن الإجابة على هذا السؤال صعبة ، لان هذا الخلل يعود إلى أسباب عديدة وليس إلى سبب واحد ويزيد الصعوبة شدة عدم معرفة الوزن النسبي لكل سبب من تلك الأسباب التي يمكن تناول أهمها فيما يلي :

(١) عدم واقعية بعض القوانين أو تناقضها أحيانا ، أو اشتمالها على جزاءات تدعو للاستهانة بها .

(٢) نقص الوعي لدى الممارس العادي (المواطن) ، وعدم إدراكه خطورة ما يقدم عليه .

(٣) انعدام الضمير ، فقد يكون الفرد على وعي تام ولكنه يتحايل على القانون .

(٤) ضعف السلطة القائمة على تنفيذ القانون أو عدم كفاءتها لنقص الكوادر اللازمة لذلك .

(٥) وجود ثغرات بالقانون يمكن أن تكون دافعا لمخالفته .

(٦) انصراف همة السلطة التشريعية في صياغة القوانين بالتركيز على قوانين بذاتها وليس كل القوانين .

(٧) تقبل المعايير الاجتماعية الرشيدة واستهجان المجتمع لكل فعل خارج على القانون .

(٨) بل قد تنقلب موازين المجتمع ويصبح الخارج على القانون فهلويا ومتصرفا والملتزم أبلها .

إذن ، هذه الأسباب تعود إلى أربعة أطراف هي :

١ - طبيعة القانون ، ٢ - وعي الممارس وضميره ، ٣ - [illegible] ، ٤ - [illegible] المعايير الاجتماعية الرشيدة [illegible] والتعبير عنه بـ « الضمير الاجتماعي » .

٦ - الخلاصة والتوصيات .

نخلص من البحث السابق إلى أنه يوجد كم كبير من

فهي كثرة التعديل (١) عدم استقرار القوانين [illegible] الأمر الذي يفقدها فاعليتها .

(٢) وجود ثغرات واضحة بها تجعل من اليسير التحايل عليها .

(٣) عدم واقعيتها أحيانا « كقوانين الاسكان » التي مازالت تعيش بمفاهيم عام ١٩٤٧ .

(٤) ضعف الجزاءات المترتبة على مخالفتها الأمر الذي يكون مبررا للاستهانة بها .

(٥) عدم تمييزها بين المدن المتروبوليتانيه والمدن الصغيرة وعدم تحقيق متطلبات كل منها .

(٦) تعود الأفراد على مخالفة هذه القوانين زعزع ثقتهم من جانبها .

(٧) [illegible] القوانين [illegible]

ويوصى البحث بما يلي :

وضع قانون عمراني خاص ومستقل لكل إقليم حضري مليوني مثل إقليم القاهرة الكبرى وإقليم الإسكندرية الكبرى على أن يشتمل هذا القانون ما يلي :

(١) تحديد المناطق الصناعية الكبرى ووضع كافة الإجراءات [illegible] سكنية ، [illegible] تجارية [illegible] الاشتراطات واللوائح اللازمة لتخطيط كل نوع منها .

(٣) وضع القواعد والاشتراطات الخاصة بتنظيم المباني لكل نوع من أنواع الأحياء السابقة بما يحقق طابعا خاصا [illegible] والشوارع والميادين العامة وحركة النقل والمرور بها

مجلة جمعية المهندسين المصرية

تاريخ إصدار الأصل الألماني فبراير 1984 والمعرب يونيو 1986

جمعية المهندسين الميكانيكيين	تحليل عناصر التلف التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكي	تعريب أصول العمل VDI 3822/2

قام بالتعريب الأستاذ الدكتور مهندس أحمد سالم الصباغ
الأستاذ الدكتور مهندس سعد مجاهد الراجحي
وقام بالمراجعة الأستاذ الدكتور مهندس علي محمد كامل
واعتمدت النص المعرب جمعية المهندسين الألمان VDI بدسلدورف بألمانيا .

Translated by Prof.Dr.-Ing. Ahmed El-Sabbagh
Prof. Dr. Ing. Saad M. El-Raghi
Revised by Prof. Dr.-Ing. A.M.Kamil, VDI
Translation authorised by VDI German Society of Engineers, Dusseldorf, Germany.

(٥) وضع اللوائح الخاصة بتخطيط التجمعات العمرانية الأخرى داخل الإقليم سواء كانت مراكز ، أو مدن ، أو بالمناطق الخضراء والأرض الزراعية من اعتداء العمران عليها . مع إعادة تخطيط المناطق العشوائية .

(٦) وضع التشريعات الكفيلة بحماية البيئة والاهتمام ...

(٧) وضع سلطة تنفيذية موحدة للإقليم ، مع عدم تعدد التبعيات الإدارية داخل الإقليم الواحد

1- مقدمة عامة :

يهدف تحليل عناصر التلف إلى كشف الأسباب التي تؤدي إلى انهيار المواد أو إخفاق أجزاء المنشآت في أداء مهامها . وتشكل المعلومات التي يتم الحصول عليها الأساس الذي يهدف لتعيين الاحتياطات اللازمة لعلاج التلف ومنعه ، وعلى هذا الأساس فإن أصول العمل تهدف إلى :

- تعريف المصطلحات .
- توحيد مسميات أنواع التلف ووصفها .
- امكان إيجاد الطريق المنهجي لتحليل التلف .
- ضمان مقارنة النتائج المختلفة لأماكن الفحوص ومن ثم إعداد المتطلبات اللازمة للتوثيق Documentation

2- مقدمة أصول العمل :

تحتوي الورقة على شرح للأسس والمعاني والتعريفات بجانب تسلسل عملية تحليل التلف . وفي الأوراق التالية ستوصف أنواع التلف المختلفة ومظاهرها وأسبابها وتطورها .

الورقة 1	:	تحليل التلف : الأسس والمعاني والتعريفات وخطوات تحليل الأعطاب .
الورقة 2	:	تحليل التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكي .
الورقة 3	:	تحليل التلف الناشئ عن التآكل في الأوساط المائية .
الورقة 4	:	تحليل التلف الناشئ عن الإجهادات الحرارية .
الورقة 5	:	تحليل التلف الناشئ عن الإجهادات الاحتكاكية .
الورقة 6	:	تجميع وتقييم نتائج تحليل التلف .

وينصح المستفيد بأصول العمل بالاستعانة بالأوراق من 2 إلى 6 كل واحدة منها مع الورقة 1 .

3- حدود الصلاحية :

تحتوي الورقة 2 على وصف التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكي . وقد أهمل في أصول العمل هذه أشكال الكسور التي تحدث بانفعال كسر يصل إلى 100% والتي يندر حدوثها في الحياة العملية باستثناء ما يحدث في التجارب المعملية . وتعتبر أشكال الكسور التي عولجت في أصول العمل هذه مناسبة للحكم على كل أنواع الكسور التي تحدث عمليا بمساعدة الجداول من 2 حتى 5 .

ولم ترد في هذه الأصول عيوب الإنتاج التي يمكن أن تؤدي إلى كسور وكذلك لم توصف التلف الناشئ عن الخطوط الخبثية أو التصفيح Lamination.

تسبب الأنواع المختلفة للتحميلات الميكانيكية إجهادات عمودية وإجهادات قص من خلال انفعال المادة . ولما كانت المعاني المستنبطة من أنواع هذه الإجهادات مثل كسر الإجهادات العمودية وكسر إجهادات القص غير دقيقة فإنها لن تستخدم في وصف أنواع التلف .

وسوف تعالج الكسور الناشئة عن الاهتزازات المتعلقة بالإجهادات الاحتكاكية ((مثل تكوين الحفر الصغيرة في معامل

المدحرجات Roll Bearings والعجلات المسننة (التروس) فى الورقة رقم 5 .

وسوف تعالج التلف الناشئ عن التشكيل فى الورقة رقم 4 لأن هذا التلف يحدث كثيرا فى درجات الحرارة المرتفعة . وإذا حدث تلف تشكيل فى درجة حرارة الغرفة فيتبع ما جاء فى الورقة 4 مع مراعاة أن القيم الإسمية لمقاومة الإجهادات تتوقف على درجة الحرارة مع عدم وجود طبقات سطحية مغطاة .

4- أنواع التلف :

4.1- تعيين الكسور القسرية :

يحدد الكسر على أساس الشكل الظاهرى (الماكروسكوبى Macroscopic) للتلف وعلى نوع التحميلات المؤثرة من الخارج .

وتسمى الكسور القسرية المشكلة deformed والتى تشاهد ماكروسكوبيا تسمى بالكسور القسرية اللدنة ductile وعلى هذا الأساس فإذا لم يشاهد التشكيل ماكروسكوبيا فى الكسر القسرى فإنه يسمى كسر قسرى قصيف Brittle وكثيرا ما يكون جزء من سطح الكسر القسرى لدنا والجزء الباقى قصيفا أى أنهما يتواجدان فى نفس الوقت .

وبالأضافة إلى ذلك يمكن أن تطلق أسماء أخرى تصف شكل الكسر مثال ذلك شكل مقطع التفريز Milling Cutter Type (ولا يسمى كسر مقطع التفريز Milling Cutter Fracture) وعلى أساس هذه القاعدة سيتم توصيف أسماء الكسور فى الجدول رقم 1 .

4.2- تعيين الكسور الناشئة عن الأهتزازات :

سيتم تحديد الكسور الناشئة عن الإهتزازات بطريقة مشابهة للكسور القسرية أى على أساس المظهر الماكروسكوبى للتلف ونوع التحميل الخارجى المؤثر . بالإضافة إلى أنه يجب أن يبين الجزء المتصف بالكسر القسرى من السطح الكلى للكسر جدول 2.

وأنه لكى يمكن توحيد وصف مظاهر الكسر على أسطح الكسور فقد أعطيت المعانى المناظرة للصور غير المكبرة للكسور Macrofractographic والمجهرية Microfractographic موصوفة فى الجدولين 3 ، 4 . وسوف تراعى هذه فى وصف مظاهر التلف فى الجدول 5 بهذه الورقة .

4.3- جداول أنواع التلف :

لقد تم وصف أنواع التلف بطريقة موحدة فى الجدول 5 (أنظر صفحة 5) .

وقد تمت محاولة تعيين العلامات المميزة للتلف والمتطلبات اللازمة لحدوث التلف وتطوره . ولا يجب أن يكون هذا العرض بهذه الصورة سببا للاعتراض على عدم شموليته .

وقد أدرجت الأشكال المختلفة للظواهر التى تبدو غالبا فى حالة كسور الاهتزازات فى الجدول لتعطى صورة واضحة لها .

وفى الحياة العملية يحدث التلف مشابها ولكنه ليس مطابقا لما ورد لأن سلوك الكسر فى ظروف تحميل معينة يتوقف على حالة المادة المعرضة للحمل .

وأكثر من ذلك فإن الكسور المختلفة يمكن أن تحدث بصورة مختلطة Mixed Form .

وليس من النادر أن تتعرض أسطح الكسور لعملية طرق ما أو يتغير مظهرها بتأثير عامل آخر ولذلك فهى صعب تقييمها .

الخاصة مثل اشتراطات شركات مدينة نصر ، والمعادى ، والمهندسين ، ومصر الجديدة ... الخ .

٥ - التشريعات العمرانية .. بين النص القانونى والواقع التطبيقى :

فى الفصل السابق عُرضت تشريعات عمرانية عديدة يرجع تاريخ صدور معظمها إلى العقدين الخامس والسادس من هذا القرن ، إلا أن فعالية هذه القوانين تبدو ضئيلة جدا ، وفيما يلى إلقاء الضوء على هذه الحقيقة المرة :

ففى مجالى التخطيط العمرانى وتنظيم المبانى : نجد أن اكثر من ٨٥٪ من العشرين منطقة عشوائية حول مدينة القاهرة وحدها قد نشأ وترعرع فى ظل هذه القوانين . بل لو لم تكن هذه القوانين قائمة ما أختلف الحال (على أسوأ تقدير) وفيما يلى عرض بعض الأمثلة :

٥-١ يحتضن جبل المقطم القاهرة من الشرق وتحدها الجيزة والأراضى الزراعية من الغرب ، وتأتى رياحها السائدة من الشمال ، ويأبى الإنسان إلا أن يسد الشمال والجنوب معا بمعقلين صناعيين عظيمين هما شبرا الخيمة وحلوان !! فأين قوانين ١٩٤٠/٥٢ (تقسيم الأراضى) ، ١٩٤٩/٢٨ تحديد المناطق الصناعية ، ١٩٥٦/٢٧ تجديد الأحياء ، ١٩٥٤/٥٧٧ نزع ملكية العقارات للمنفعة العامة ، وغيرها من القوانين المتصلة بالتخطيط العمرانى .

٥-٢ وأما فى مجال تنظيم المبانى ، فقد أوضحت دراسة ميدانية أجراها الباحث على منطقة سكنية بالحى السابع بمدينة نصر ، ورصدت فيها المخالفات التالية :

(١) تغيير الاستعمال . (٢) الارتفاع . (٣) الردود.

(٤) البروز . (٥) تجزئة قطعة الأرض : وكانت النتيجة أرتفاع نسب المخالفات مع حداثة نشأة البناء كالتالى :

نشأة البناء :	٦٥-١٩٧٠	٧٠-١٩٧٥	٧٥-١٩٨٠	٨٠-١٩٨٥	٨٥ - ١٩٩٠
المخالفة :	١٨,٢٪	٢١,٨٪	٢٤,٦٪	٢٩,٧٪	٣٦,٤٪

وهذا مؤشر خطير يدل على أن أكثر من ثلث المبانى بمنطقة مخططة سلفا لا يخلو من مخالفة أو أكثر من المخالفات الخمس السابقة . فما بال المناطق العشوائية ؟؟

٥-٣ وفى مجال قوانين بيع وتأجير الأماكن والعلاقة بين المالك والمستأجر « الإسكان » فقد صدرت فيه منذ عام ١٩٤٧ وحتى الآن أكثر من خمسة عشر قانونا ، إلا أن هذه القوانين العديدة مازالت تصر على الثلاثية اللا مقدسة « تأبيد القعد » ، « تقييد الأجرة » ، « التقدير باللجنة » مخالفة بذلك القانون المدنى والدستور والشريعة الإسلامية . الأمر الذى ادى الى :

- سوء العلاقة بين المالك والمستاجر .
- اختفاء سوق التأجير .
- الإهمال فى صيانة المبانى ورعايتها .
- تعطيل مليارات الجنيهات بترك الوحدات خالية .

٥-٤ وأما فى مجال القوانين الأخرى كقوانين البيئة مثلا ، فعلى مرآى ومسمع من القانون ١٩٨٢/٤٨ بشأن حماية نهر النيل هناك ٦٥ مصنعا ضخما فى إقليم القاهرة وحدها تصب مخلفاتها مباشرة فى النيل بصورة تكاد تكون بلا معالجة تذكر ، كما أن كمية الأتربة الساقطة على الميل المربع فى منطقة المعادى حتى التبين قد أرتفعت من ١٤٥ طن / ميل^2/شهر (١٩٦٧) إلى ٣١٥ طن/ميل^2/شهر (١٩٧٤) الى ٣٧٧ طن/ميل^2/شهر (١٩٧٨) على الرغم من قرار وزير الصحة رقم ٤٧٠/ ١٩٧١ بتحديد معايير الهواء النظيف ، وقرار وزير العمل رقم ١٩٦٧/٤٨ بخصوص درجة تركيز الأتربة فى الوحدات الصناعية لحماية العمال !! . وعلى الرغم من القانون رقم ١٣٧/ ١٩٨١ قانون العمل (باب السلامة والصحة المهنية).

٥-٥ هذه كانت بعض الأمثلة لتوضيح فعالية التشريعات العمرانية ، تلك التشريعات التى تهدف أساسا إلى تحقيق الوظيفة الأساسية للعمران من منفعة وجمال وأمن وأمان ومراعاة للاشتراطات الصحية الهادفة الى سلامة المواطن ، وفى النهاية تحقيق البيئة السكنية السليمة ، وبيئة المصنع النظيفة عن طريق حسن توزيع الاستعمالات المختلفة ، وتوفير البنية الأساسية والمرافق والخدمات باشتراطات علمية سليمة .

٥ - ٦ تحليل أسباب عدم الفعالية :

يمكن تحليل هذه الأسباب من خلال الإجابة على السؤال التالي : إلى أي مدى يوجد الخلل الذي يفقد القانون فعاليته ؟ وبكلام آخر ما الذي يجعل غيابها مساويا لوجودها ؟ والحقيقة أن الإجابة على هذا السؤال صعبة ، لأن هذا الخلل يعود إلى أسباب عديدة وليس إلى سبب واحد ويزيد الصعوبة شدة عدم معرفة الوزن النسبي لكل سبب من تلك الأسباب التي يمكن تناول أهمها فيما يلي :

(١) عدم واقعية بعض القوانين أو تناقضها أحيانا ، أو اشتمالها على جزاءات يمكن الاستهانة بها .

(٢) نقص الوعي لدى الممارس العادي (المواطن) وعدم إدراكه خطورة ما يقدم عليه .

(٣) انعدام الضمير ، فقد يكون الفرد على وعي تام ولكنه يتحايل على القانون .

(٤) ضعف السلطة القائمة على تنفيذ القانون أو عدم كفاءتها لنقص الكوادر اللازمة لذلك .

(٥) وجود ثغرات بالقانون يمكن أن تكون دافعا لمخالفته .

(٦) انصراف همة السلطة القائمة على تنفيذ القوانين بالتركيز على قوانين بذاتها وليس كل القوانين .

(٧) ضعف المعايير الاجتماعية الرشيدة باستهجان المجتمع لكل فعل خارج على القانون .

(٨) بل قد تنقلب موازين المجتمع ويصبح الخارج على القانون فهلويا ومتصرفا والملتزم أبلها .

إذن ، هذه الأسباب تعود إلى أربعة أطراف هي :

١ = طبيعة القانون ، ٢ = وعي الممارس وضميره ، ٣ = يقظة سلطة التنفيذ وحرصها على تطبيق كل القوانين بدقة وحزم ، ٤ = المعايير الاجتماعية الرشيدة أو ما يمكن التعبير عنه بـ « الضمير الاجتماعي » .

٦ - خلاصة البحث وتوصياته :

نخلص من البحث السابق إلى أنه يوجد كم كبير من التشريعات العمرانية في مصر ، والتي تطبق على المدن وبعض القرى ، هذه التشريعات على كثرتها لم تستطع تحقيق النتائج المرجوة منها لعدة أسباب أهمها :

(١) التعدد وكثرة التعديل والتبديل في القوانين ، فهي كثيرة التبديل والتعديل الأمر الذي يفقدها فاعليتها .

(٢) وجود ثغرات واضحة بها تجعل من اليسير التحايل عليها .

(٣) عدم واقعيتها أحيانا « كقوانين الاسكان » التي مازالت تعيش بمفاهيم عام ١٩٤٧ .

(٤) ضعف الجزاءات المترتبة على مخالفتها الأمر الذي يكون مبررا للاستهانة بها .

(٥) عدم تمييزها بين المدن المتروبوليتانيه والمدن الصغيرة وعدم تحقيق متطلبات كل منها .

(٦) تعود الأفراد على مخالفة هذه القوانين زعزع ثقتهم من جانبها .

(٧) عدم الاهتمام بتنمية السلطات التنفيذية في تطبيق هذه القوانين

ويوصي البحث بما يلي :

وضع قانون عمراني خاص ومستقل لكل إقليم حضري مليوني مثل إقليم القاهرة الكبرى وإقليم الإسكندرية الكبرى على أن يشتمل هذا القانون ما يلي :

(١) تحديد المناطق الصناعية الكبرى ووضع كافة الإجراءات والقواعد الكفيلة بحسن تخطيطها .

(٢) تقسيم الأحياء حسب خصائصها « تاريخية ، أثرية ، سكنية ، تجارية ، ترفيهية » ووضع الاشتراطات واللوائح اللازمة لتخطيط كل نوع منها .

(٣) وضع القواعد والاشتراطات الخاصة بتنظيم المباني لكل نوع من أنواع الأحياء السابقة بما يحقق طابعا خاصا ومميزا لذلك الحي أو المنطقة .

(٤) وضع الاشتراطات والمعايير اللازمة لتخطيط الطرق والشوارع والميادين العامة وحركة النقل والمرور

تاريخ إصدار الأصل الألماني فبراير 1984 والمعرب يونيو 1986

جمعية المهندسين	تحليل عناصر التلف	VDI 3822/2
الألمان	التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكي	

1	الكسور القسرية
2	توصيف الكسور الناشئة عن الاهتزازات
2	مقدمة
2	الاصول العامة للتحليل
2	حدود الصلاحية
3	التصوير غير المكبر Macrography — معالم الكسور
4	التصوير المجهرى Micrography
5	جدول 3
9	جدول 4
16	جدول 5 التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكي
17	جدول 6 أشكال أسطح الكسور الناشئة عن ...
	ملحق صور للكسور الناشئة عن التحميل الميكانيكي

Translated by Prof.Dr.-Ing .Ahmed El-Sabbagh
Prof. Dr. Ing. Saad M. El-Raghi

الأستاذ الدكتور مهندس سعد مجاهد الراجحي

Revised by Prof. Dr.-Ing. A.M.Kamil, VDI

وقام بالمراجعة الأستاذ الدكتور مهندس علي محمد كامل

Translation authorised by VDI German Society of Engineers, Dusseldorf, Germany

واعتمدت النص المعرب جمعية المهندسين الألمان VDI بدسلدورف بألمانيا .

Approved duplication for SME Society of Mechanical Engineeers, Cairo/Egypt. Any further duplication of this guide-line contravenes the valid copyright & is not allowed.

يقتصر حق النسخ على جمعية المهندسين الميكانيكيين بالقاهرة / جمهورية مصر العربية ، وأي نسخ لغيرها يعتبر مخالفة لحقوق الطبع المحفوظة القانونية .

(٥) وضع اللوائح الخاصة بتخطيط التجمعات العمرانية بالمناطق الخضراء والأرض الزراعية من اعتداء العمران الأخرى داخل الإقليم سواء كانت مراكز ، أو مدن ، أو عليها . مع إعادة تخطيط المناطق العشوائية . مجالس قروية (قرية المجلس) .
(٦) وضع التشريعات الخاصة بحماية البيئة والاهتمام ... (٧) وضع سلطة تنفيذية موحدة للإقليم ، مع عدم تعدد التنظيمات الإدارية داخل الإقليم الواحد .

يهدف تحليل أعطال التلف إلى كشف الأسباب التى تؤدى إلى انهيار المواد أو إخفاق أجزاء المنشآت فى أداء مهامها ، وتشكل المعلومات المستخلصة من عملية التحليل الأساس الذى يهدف لتعيين الاحتياطات اللازمة لعلاج التلف ومنعه ، وعلى هذا الأساس فإن أصول العمل تهدف إلى :

- تعريف المصطلحات .
- توحيد مسميات أنواع التلف ووصفها .
- امكان إيجاد الطريق المنهجى لتحليل التلف .
- ضمان مقارنة النتائج المختلفة لأماكن الفحوص ومن ثم إعداد المتطلبات اللازمة للتوثيق Documentation

2- مقدمة أصول العمل :

تحتوى الورقة على شرح للأسس والمعانى والتعريفات بجانب تسلسل عملية تحليل التلف . وفى الأوراق التالية ستوصف أنواع التلف المختلفة ومظاهرها وأسبابها وتطورها .

الورقة 1 : تحليل التلف : الأسس والمعانى والتعريفات وخطوات تحليل الأعطاب .

الورقة 2 : تحليل التلف الناشئ عن التحميل الميكانيكى .

الورقة 3 : تحليل التلف الناشئ عن التآكل فى الأوساط المائية .

الورقة 4 : تحليل التلف الناشئ عن الإجهادات الحرارية .

الورقة 5 : تحليل التلف الناشئ عن الإجهادات الاحتكاكية .

الورقة 6 : تجميع وتقييم نتائج تحليل التلف .

وينصح للمستفيد بأصول العمل بالاستعانة بالأوراق من 2 إلى 6 كل واحدة منها مع الورقة 1 .

3- حدود الصلاحية :

تحتوى الورقة 2 على وصف للتلف الناشئ عن التحميل الميكانيكى . وقد أهمل فى أصول العمل هذه أشكال الكسور التى تحدث بانفعال كسر يصل إلى 100% والتى يندر حدوثها فى الحياة العملية باستثناء ما يحدث فى التجارب المعملية . وتعتبر أشكال الكسور التى عولجت فى أصول العمل هذه مناسبة للحكم على كل أنواع الكسور التى تحدث عمليا بمساعدة الجداول من 2 حتى 5 .

ولم ترد فى هذه الأصول عيوب الإنتاج التى يمكن أن تؤدى إلى كسور وكذلك لم تصف التلف الناشئ عن الخطوط الخبثية أو التصفيح Lamination.

تسبب الأنواع المختلفة للتحميلات الميكانيكية إجهادات عمودية وإجهادات قص من خلال انفعال المادة . ولما كانت المعانى المستنبطة من أنواع هذه الإجهادات مثل كسر الإجهادات العمودية وكسر إجهادات القص غير دقيقة فإنها لن تستخدم فى وصف أنواع التلف .

وسوف تعالج الكسور الناشئة عن الإهتزازات المتعلقة بالإجهادات الاحتكاكية (مثل تكوين الحفر الصغيرة فى محامل

5- ملحق الصور (دليل)

يحتوى الجدول 5 على العديد من معالم التلف والتى وضع بجانبها لسهولة الإيضاح رسومات تخطيطية والتى توصف على أســاس أنواع التلف . وقد وضعت الصور المرقمة من 1 إلى 22 فى الملحق مع شرح معالمها .

جدول 5 التلف الناشئ عن التحميلات الميكانيكية

تابع جدول 3

نوع التلف

3- تضاريس السطح (طبوغرافية)

4.1 الكسر القسري

4.1.1 كسر قسري لدن Ductile

4.1.1.1 كسر شد قسري لدن

4.1.1.1.1 كسر شد قسري لدن مع وجود حواف قص

4.1.1.1.2 كسر شد قسري لدن بشكل مقطع التفريز

4.1.1.2 كسر حني قسري لدن

4.1.1.3 كسر لي قسري لدن

4.1.1.4 كسر ضغط قسري لدن

4.1.2 كسر قسري قصيف

4- قابلية عكس الضوء : 4.1.2.1 كسر شد قسري قصيف

4.1.2.2 كسر حني قسري قصيف

4.1.2.3 كسر لي قسري قصيف

مستوى

مستوى

متموج

شكل التراس

تشققي (انشطاري)

شكل كهوي

شكل مخروطي (قمعي)

شكل العاقر

لامع

معتم

(الكسر بسبب إجهاد عمودى)

(الكسر بسبب إجهاد قص)

لامع

4.2 كسر اهتزاز

5- الخشونة :

4.2.1 كسر اهتزاز مع جزء من كسر قسري لدن

خشن

4.2.2 كسر اهتزاز مع جزء من كسر قسري قصيف

دقيق الحبيبات

(الكسر بسبب إجهاد عمودى)

غليظ الحبيبات

جدول 6 اشكال اسطح كسور الاهتزاز (مساحات ناصعة) واسطح باقية لكسر قسري (مساحات قاتمة) وعلاقتها بالجهد الاسمي المطبق في شكل العينة

(الكسر بسبب إجهاد قص)

مخملى (قطيفى)

(الكسر بسبب الاهتزاز)

6- علامات بدء الكسر :

خطوط كسر

تقطعات

خطوط عقدية Nodal Lines

شرخ

مجال شروخ

تابع جدول 3

7- علامات نهاية الكسر : (... رقيقة مغطية)

- خطوط كسر

- شروط جانبية

4- التصوير الكبير (Microfractographic) لمعالم الكسر

1- التضاريس :

- مستوى - تشققي (انشطاري)

- ملتوى - شكل كروي

- متدرج - شكل مخروطي (قمع)

- شكل الترابط - شكل الياف

2- معالم أسطح الكسور على حدود الحبيبات :

- ترسيبات (مثل أصناف حدود الحبيبات ، صنف ثان ، شكل كروي ، شكل غشائي Film)

- خلايا (مثل : خلايا القص والتمزق ، مستوية ، صغيرة ، عميقة)

- مسام دقيقة (مثل حالة اكتساب القصافة بفعل الهيدروجين)

- تقطعات (تقدم الكسر فى الحبيبات الطرفية واكتساب القصافة بفعل الهيدروجين)

- خطوط شعرية (اكتساب القصافة بفعل الهيدروجين)

- شروخ جانبية

- أشرطة (خطوط) انزلاق

- آثار انزلاق فى حالة الانزلاق على حدود الحبيبات

- أشرطة الاهتزاز Shore Marks

- أسطح حدود حبيبات

3- معالم أسطح الكسور عبر الحبيبات :

- خلايا التحلل (مثل : خلايا القص والتمزق ، مستوية ، صغيرة ، عميقة)

تابع جدول 5 ...

نوع التلف	معالم التلف: ماكروسكوبيا (فحص بصرى)		معالم التلف: ميكروسكوبيا (مجهريا)		احتمالات اسباب التلف والتحميلات	تطور التلف	ملاحظـــات
4.1.1.2 كسر حنى قسرى لدن	كروكى 5 الصورة ٨	يرى الجزء محنيا المنطقة 1 يرى سطح الكسر مائلا على اتجاه المحور ويتشكل بعنف ويكون مستويا ولامعا وناعما .	انظر الكروكى ٦	يكون سطح الكسر مستويا وبه خلايا قص .	كروكى 5 : تكون المادة متينة (لدنة) ومقاومتها لاجهاد الشد منخفضة . ويكون سطح الجزء ناعماً والتحميل بالحنى .	ينشا الكسر عموديا على اتجاه المحور فى المنطقة 2 . الكسر فى اتجاه مستوى القص فى المنطقة 1 .	تكون سرعة انتشار الشرخ عالية ومستقرة (نحو 2 متر/ثانية) .
	كروكى 6 الصورة 9	المنطقة 2 يرى سطح الكسر عموديا على اتجاه المحور ضعيف التشكيل ومستوى وغير ناصع وخشن . تبدو فى الكروكى 5 خطوط الكسر عند بدايته وحواف القص عند نهايته .	الكروكى	يكون سطح الكسر مستويا وبه خلايا مستقيمة مثل حال كسر الشد القسرى اللدن . الكروكى 2 يمكن التعرف على الوضع المائل للخلايا عن طريق تقييم قيـــاس الأحجـــام Stereometry (كروكى 79).	كروكى 6 : تكون المادة متينة (لدنة) ومقاومتها لإجهاد الشد مرتفعة. ويكون سطح الجزء ناعما او محززاً . والتحميل بالحنى .	تكوين لشرطة القص على زاوية 45^{o} فى المنطقة 1 . الكسر فى اتجاه مستوى القص فى المنطقة 1 . وينشا الكسر فى اتجاه عمودى على اتجاه المحور فى المنطقة 2 .	فى حالة المواد شديدة اللدونة ينشا بسبب اتساع زاوية الشرخ خلايا منحرفة مفتوحة والتى يمكن التعرف عليها بالفحص الميكروسكوبى الالكترونى الماسح المعتاد .
4.1.1.3 كسر لى قسرى لدن	كروكى 9 الصورة 10	يتضح التواء الجزء . ويكون سطح الكسر عموديا على اتجاه المحور وضئيل التشكيل ، ومستويا ولامعا واملساً ، ولا يستدل على بدء او نهاية الكسر .	انظر الكروكى 3	سطح الكسر مستوى وبه خلايا قص .	تكون المادة متينة (لدنة) ويكون سطح الجزء ناعماً او محززاً . التحميل باللى .	يبدا الكسر بسبب اجهادات القص على السطح الخارجى ويتقدم إلى الوسط .	تكون سرعة انتشار الشرخ عالية ومستقرة (نحو 2 متر/ثانية) .
4.1.1.4 كسر ضغط كسرى لدن	قوى الاحتكاك كروكى 10 الصورة 11	يحدث عادة انبعاج فى الجزء فقط وتشقق على سطحه الخارجى فى اتجاه المحور .	انظر الكروكى 7	بعد فصم الشروخ : يرى سطح الكسر مستويا وبه خلايا مستوية عميقة .	تكون المادة متينة (لدنة) ومقاومتها لإجهاد الشد مرتفعة. ويكون سطح الجزء ناعماً وتحميل الضغط منتظماً .	يحدث انبعاج المقطع إذا وجد احتكاك على اسطح ضغط الجزء عند تجاوز حد اللدونة Plasticity يتشقق السطح الخارجى فى الاتجاه المحورى بسبب وجود اجهادات الشد على المحيط .	لا ينكسر الجزء ويحدث انبعاج فى حالة المواد اللدنة ذات مقاومة اجهاد منخفضة ولا يحدث تشقق على السطح الخارجى .

جدول 1- تعيين الكسور القسرية

القاعدة :	الشكل المعطى للكسر	خاصية التشكيل	نوع التحميل الخارجى المؤثر	نوع الكسر
مثـال :	شكل مقطع تفريز	لدن	شد	كسر قسرى

جدول 2- تعيين كسور الاهتزازات

القاعدة :	نوع التحميل الخارجى المؤثر	نوع الكسر	مقدار مساحة الكسر القسرى المتبقية
مثـال :	انحناء متردد	كسر اهتزاز	مساحة صغيرة للكسر القسرى

أنواع كسور الإهتزازات : كسر اهتزاز شد أو كسر اهتزاز شد - ضغط مع مساحة صغيرة متبقية لكسر قسرى .

كسر اهتزاز انحناء (مسطح) متردد مع مساحة كبيرة متبقية لكسر قسرى أو كسر اهتزاز انحناء متردد دوار أو انحناء متردد بين الاتجاهين الموجب والسالب ، كسر اهتزاز لى متردد مع مساحة متبقية لكسر قسرى تبلغ 30% من المساحة الكلية أو كسر أهتزاز لى متردد بين الاتجاهين الموجب والسالب .

جدول 3- التصوير غير المكبر (Macrofractographic) لمعالم الكسر

1- **موضع الكسر بالنسبة للاتجاه المحورى :**
أو بالنسبة للثقب أو للشطب (الشطف) أو الشقب

مستعرض

طولى

مائل

تصنيف قطرى

محيطى

حلزونى

2- **التشكل الخارجى :**

بدون تشكل

قليل التشكل

كبير التشكل

جدول 5 التلف الناشئ عن التحميلات الميكانيكية

نوع التلف	
4.1	الكسر القسرى
4.1.1	كسر قسرى لدن Ductile
4.1.1.1	كسر شد قسرى لدن
4.1.1.1.1	كسر شد قسرى لدن مع وجود حواف قص
4.1.1.1.2	كسر شد قسرى لدن بشكل مقطع التفريز
4.1.1.2	كسر حنى قسرى لدن
4.1.1.3	كسر لى قسرى لدن
4.1.1.4	كسر ضغط قسرى لدن
4.1.2	كسر قسرى قصيف
4.1.2.1	كسر شد قسرى قصيف
4.1.2.2	كسر حنى قسرى قصيف
4.1.2.3	كسر لى قسرى قصيف
4.2.	كسر اهتزاز
4.2.1	كسر اهتزاز مع جزء من كسر قسرى لدن
4.2.2	كسر اهتزاز مع جزء من كسر قسرى قصيف

جدول 6- أشكال أسطح كسور الاهتزاز (مساحات ناصعة) وأسطح باقية لكسر قسرى (مساحات قاتمة) وعلاقتها بالجهد الأسمى المطبق فى شكل العينة

تابع جدول 3

3- تضاريس السطح ((طبوغرافية)) :

مستوى

ملتوى

متدرج

بشكل التراس

تشققى ((انشطارى))

بشكل كرورى

بشكل مخروطى ((قمع))

بشكل الياف

4- قابلية عكس الضوء :

معتم

متألق Gleam } ((الكسر بسبب إجهاد عمودى))

لامع ((الكسر بسبب إجهاد قص))

5- الخشونة :

خشن

تشوه الحبيبات } ((الكسر بسبب إجهاد عمودى))

غليظ الحبيبات

أملس ((الكسر بسبب إجهاد قص))

مفصلى (تقطيعى) ((الكسر بسبب الاهتزاز))

6- علامات بدء الكسر :

خطوط كسر

تقطعات

خطوط عقدية Nodal Lines

شروخ

مجال شروخ

تابع جدول 3

7- علامات نهاية الكسر
كهيرة (شفة معطية)
حواف قص
خطوط كسر
شروخ جانبية

جدول 4- التصوير المجهري لمعالم الكسر (Microfractographic)

1- التضاريس
- مستوى
- تشققي (انشطاري)
- ملتوي
- شكل كروي
- متدرج
- شكل مخروطي (قمع)
- شكل الترابس
- شكل الهاف

2- معالم أسطح الكسور على حدود الحبيبات :
- ترسيبات (مثل : أصناف حدود الحبيبات ، صنف ثان ، شكل كروي ، شكل غشائي Film)
- خلايا التحلل (مثل : خلايا القص والتمزق ، مستوية ، صغيرة ، عميقة)
- مسام دقيقة (مثل حالة اكتساب القصافة بفعل الهيدروجين)
- تقطعات (تقدم الكسر في الحبيبات القصفية واكتساب القصافة بفعل الهيدروجين)
- خطوط شعرية (اكتساب القصافة بفعل الهيدروجين ، منطقة لدنة)
- شروخ جانبية
- أشرطة (خطوط) انزلاق
- آثار انزلاق في حالة الانزلاق على حدود الحبيبات
- أشرطة الاهتزاز Shore Marks
- أسطح حدود حبيبات

3- معالم أسطح الكسور عبر الحبيبات :
- خلايا التحلل (مثل : خلايا القص والتمزق ، مستوية ، صغيرة ، عميقة)

جدول 5 التلف الناتج عن التحميلات الميكانيكية (أشكال من 1 إلى 22 صفحات 15 إلى 19)

تابع جدول 4

- زعانف (مثل حافة خلية النحل)
- اسطح منفصمة (دائما مستوية)
- خط (مسار) انفصام الكسر (محدد بخطوط الكسر)
- توام
- تدرجات (اختلاف فى ارتفاعات المسارات)
- سطح قص (كسر متبقى بين الكسور الجزئية)
- مسارات كسور اهتزازات (مرتبطة بدرجات Steps)
- اشرطة اهتزاز Shore Marks
- شروخ جانبية (موازية لاشرطة الاهتزاز)
- اشرطة انزلاق
- نتوءات (مثل : عند درجات الحرارة المرتفعة)
- شكل ريشى Feather
- كسر انزلاق خالٍ من الخلايا

4- **عدم تجانس المادة :**

ترسيبات (مثل : وجود صنفين)

مكتنفات Inclusions (مثل : الشوائب)

فجوات (مثل فجوات التقلص والفقاعات الغازية)

5- **موقع الكسر عند :**

- المكتنفات
- الحزوز
- خطوط الانزلاق
- فجوات التقلص
- المسام
- الفقاقيع
- أسطح حدود الحبيبات
- التوائم
- الطبقات السطحية
- الدندريدات (البنية الشجرية)
- الترسيبات
- أمتطاط الحبيبات
- الحبيبات الجزعية Stalk Grains
- الألياف
- المستويات المنشقة

تابع جدول 5 ..

نوع التلف	معالم التلف: ماكروسكوبيا (فحص بصرى)		معالم التلف: ميكروسكوبيا (مجهريا)		احتمالات اسباب التلف والتحميلات	تطور التلف	ملاحظـــات
4.1.2 كسر قسرى قصيف 4.1.2.1 كسر شد قسرى قصيف	كروكى 11 الصورة 12	يمتد سطح الكسر عموديا على اتجاه المحور دون تشكل ومستوى غير ناصع وخشن . تتيح خطوط الكسر والتدرجات إن وجدت التعرف على بدء الكسر واتجاه انتشار الشروخ .	كروكى 2 صورة 13 كروكى 13 صورة 15	كسر منفلق : يرى سطح الكسر عبر الحبيبات على مستويات الانفلاق وهذه المستويات تتفق مع مستويات معينة للبلورات . وتمتد مستويات الانفلاق هذه إلى حبيبات البنية . لا يشاهد عدم تجانس للمادة . أو كسر بين الحبيبات (على حدود الحبيبات) كثيرا ما يكون سطح الكسر تشققيا (انشطاريا) ويمكن التعرف على حدود الحبيبات . ويوجد على اسطح حدود الحبيبات غالباً ترسيبات ومكتفات .	تحميل شد منتظم المادة قصيفة ؛ الأسباب الممكنة ؛ 1- قصافة لانخفـاض درجة الحرارة . 2- قصافة بسبب السرعة (التحميل) . 3- قصافة بسبب الشكل حينما توجد المادة تحت اجهادات متعددة الاتجاهات (مركبة) 4- شرخ تآكل إجهادى . 5- تقصف المادة . ازدياد المقاومة للاجهادات على سبيل المثال بسبب ؛ - التشكيل الزائد على البارد . - الترسيبات (التعتيق) . - غلظ الحبيبات . - تشوه حدود الحبيبات (مثل الدلفنة أو الحدادة فى درجات حرارة شديدة الارتفاع ، التقصف بالتلدين (التخمير) . - التقصف بتأثير الاشعاعات . - انتشار ذرات غريبة مثل التقصف بالهيدروجين .	انتشار الشرخ غير المنتظم	سرعة انتشار الشرخ فائقة وغير منتظمة (نحو 1000 متر/ثانية) يمكن التعرف على امتداد الكسر من حبيبة إلى اخرى على طول القطع . يجب تعديل التعرف «الكسر شبه المنفلق» المتداول حتى الآن إلى كسر منغلق مع زعانف مشكله . يمكن التعرف على اتجاه انتشار الكسر ماكروسكوبيا (بصريا) .
4.1.2.2 كسر حنى قسرى قصيف	كروكى 14 الصورة 16	يمتد سطح الكسر عموديا على اتجاه المحور دون تشكل ومستوى غير ناصع وخشن . تتيح خطوط الكسر والتدرجات إن وجدت التعرف على بدء الكسر واتجاه انتشار الشرخ .	كسر	كسر منفلق كسر بين الحبيبات (انظر البند 4.1.2.1)	المادة قصيفة تحميل الحنى	انتشار الشرخ غير المنتظم	سرعة انتشار الشرخ فائقة وغير منتظمة (نحو 1000 متر/ثانية) انظر البند 4.1.2.1.1
4.1.2.3 كسر لى قسرى قصيف	كروكى 15 الصورة 17	يمتد سطح الكسر بميل 45° على اتجاه المحور دون تشكيل ويكون مستويا غير ناصع وخشن . يمكن التعرف على بده الكسر ونهايته بواسطة خطوط الكسر .		كسر منفلق كسر بين الحبيبات (انظر البند 4.1.2.1)	المادة قصيفة	انتشار الشرخ غير المنتظم	سرعة انتشار الشرخ فائقة وغير منتظمة نحو 1000 متر/ثانية)

تابع جدول 5 ..

نوع التلف	معالم التلف				احتمالات أسباب التلف والتحميلات	تطور التلف	ملاحظـــات
		ماكروسكوبيا (فحص بصرى)		ميكروسكوبيا (مجهريا)			
4 2 كسر الاهتزاز 4 2 1 كسر أهتزاز مع جزء كسر قسرى لدن (انظر الجدول لأسطح كسر الاهتزاز)	كروكى 16 الصورة 18	المنطقة 1 تحتوى هذه المنطقة على بعض حبيبات البنية فقط ولذلك فهى لا تشاهد ماكروسكوبيا .	كروكى 17 الصورة 19	يكون سطح الكسر مائلا ومستويا	المادة لدنة (متينة) تنشأ اجهادات قص بسبب التحميل الاهتزازى .	ظهور انزلاقات لا أرتدادية تكون ميثقات Extrusions أو أغوار Intrusions على السطح الخارجى تظهر شروخ دقيقة بالقرب من السطح الخارجى بعد وصول المادة إلى الحالة النمطية للتشكيل .	تلف المادة حتى تكوين شروخ بها
		المنطقة 2 يمتد سطح الكسر حسب الجدول 6 وهو بدون تشكل ومستوى غير ناصع ومخملى خشن تدل التقطعات وخطوط التدرج على بدء الكسر والشروخ الفرعية على نهايته	اتجاه تقدم الشرخ كروكى 18 الصورة 20	يكون سطح الكسر عموديا ومستويا وتظهر خطوط واشرطة أهتزاز وشروخ جانبية .	إجهادات شد فى مقدمة الشرخ بسبب التحميل الاهتزازى .	يؤدى تكرر الانفراج والانغلاق اللدن فى مقدمة الشرخ إلى نموه .	سرعة انتشار الشرخ منخفضة جدا (من 10^{-} - 10 ميكرومتر/لكل مرة تغير الحمل) المنطقة 1 ، 2 يكونان سطح كسر الاهتزاز
		المنطقة 3 يمتد سطح الكسر حسب الجدول 6 بدون تشكل ومستوى غير ناصع وخشن .		يكون سطح الكسر مستويا ويحتوى على خلايا مستقيمة وعميقة وأحيانا على شروخ جانبية .	المنطقة 3 ، 4 تحميل شد غير منتظم	كسر مفاجئ (بالانفصال) للمقطع.	سرعة انتشار الشرخ مرتفعة ومنتظمة (نحو 2متر/ثانية) فى الجزء الباقى من الكسر القسرى . يكون كسرا قسريا كما وصف فى البند 4 1 ويدل موقع الكسر القسرى على نهاية الكسر . لا تظهر المنطقة 4 فى كل الحالات .
		المنطقة ٤ يمتد سطح الكسر مائلا على المحور ومشكل بعنف ومستوى وناصع وناعم . وتدل حواف القص على نهاية الكسر .					
4 2 2 كسر اهتزاز مع جزء كسرى قصيف		المنطقة 1 يمتد سطح الكسر حسب الجدول 6 وهو بدون تشكل ومستوى غير ناصع وخشن . تدل التقطعات على بدء الكسر .	اتجاه تقدم الكسر المستوى (100) مستوى الانغلاق	يرى سطح الكسر عبر وعلى حدود الحبيبات . وهو مستوى وبه أشرطة اهتزاز وشروخ جانبية ولا يستدل به على ترسيبات أو مكتنفات .	المادة قصيفة يوجد إجهادات شد فى مقدمة الشرخ بسبب التحميل الاهتزازى.	انتشار شرخ غير مستقر ومتكرر .	لا يمكن التفرقة بين المنطقتين 1 ، 2 ماكروجرافيا .
	كروكى 19 الصورة 21	المنطقة 2 يمتد سطح الكسر عموديا على المحور بدون تشكل ومستو وغير ناصع وخشن .	كروكى 20 الصورة 22	يكون سطح الكسر مستويا ويمكن أن يبدو به أسطح منفلقة . ولا يستدل به على ترسيبات أو مكتنفات .	تحميل شد غير منتظم	كسر مفاجئ (بالانفصال) للمقطع.	سرعة انتشار الشرخ بالغة الارتفاع وغير منتظمة (نحو 1000 متر/ثانية) .

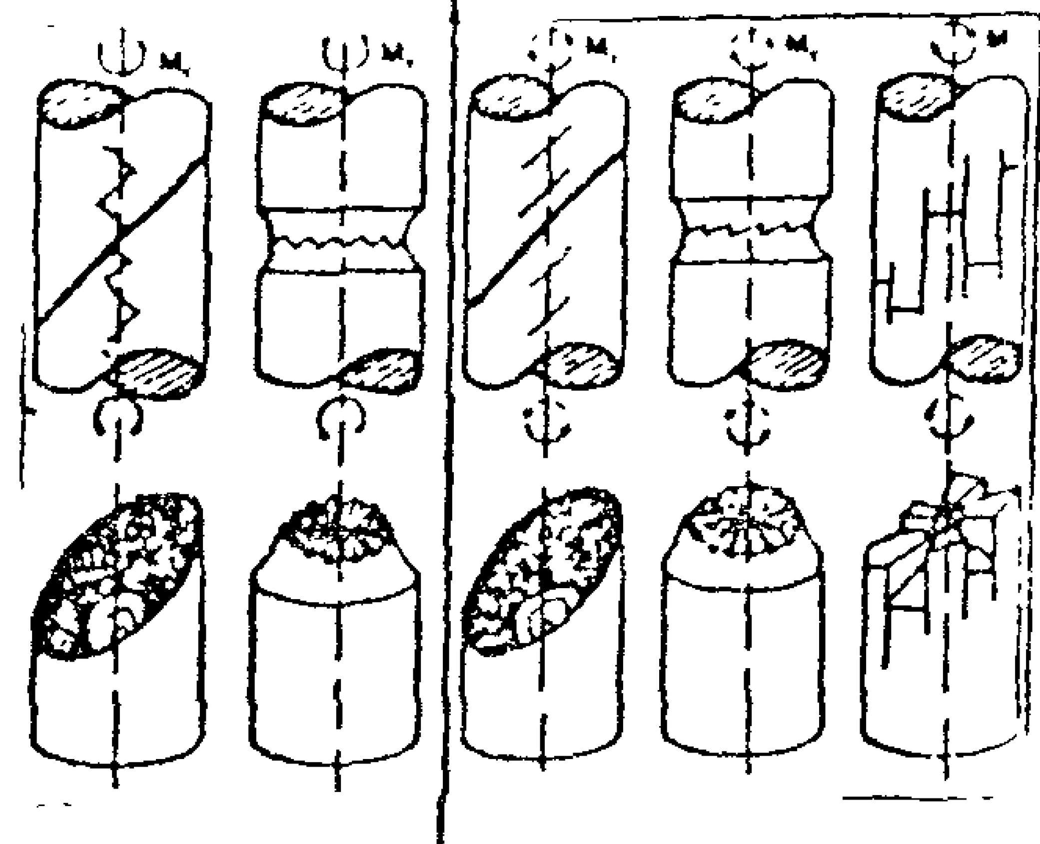
جدول ٦- أشكال أسطح كسور الاهتزاز

(الأسطح الناصعة) والأسطح الباقية للكسر القسرى (الاسطح القاتمة) .

فى حالة العينات المحززة والمحملة باجهاد اسمى منخفض والكسور الناشئة عن اجهاد اسمى مرتفع تظهر كسور اهتزاز جزئية فى نفس الوقت وتكون منفصلة بعضها عن البعض بتقطعات وهذه تعود للأتحاد مع بعضها البعض بعد الانتشار فى داخل مقطع العينة .

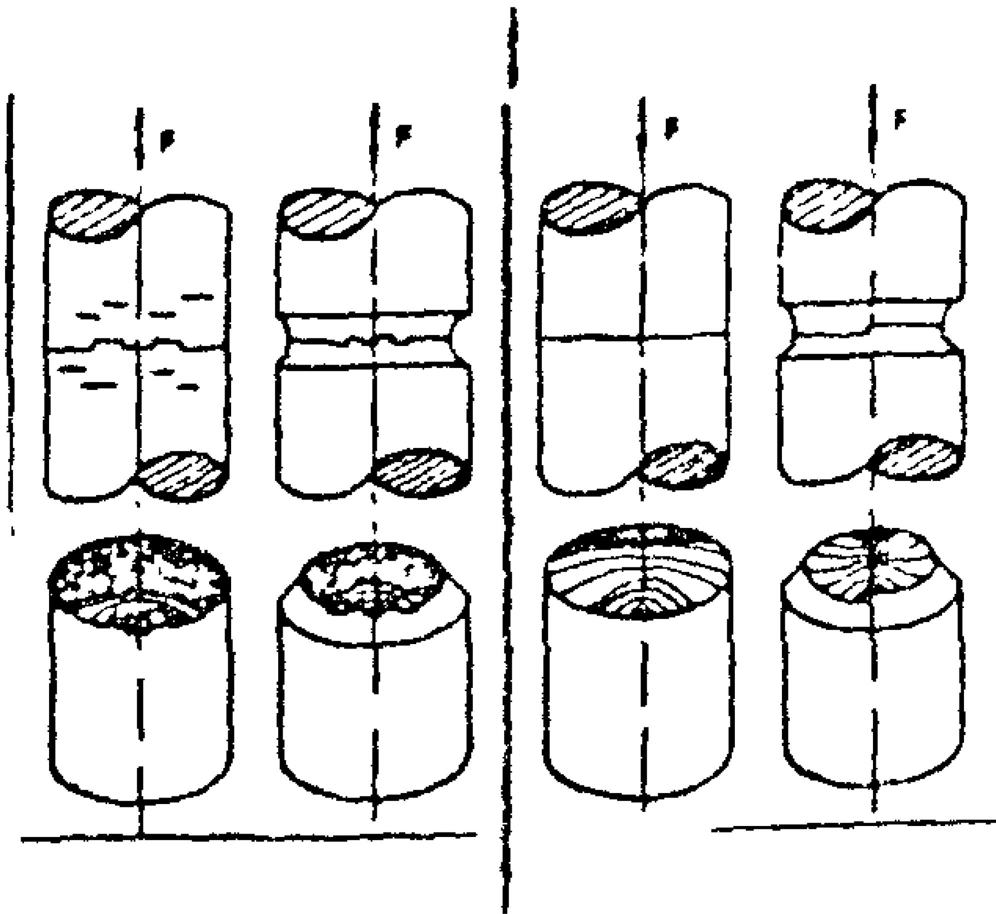
تسمى الخطوط المنحنية على محيط الكسر بالخطوط العقدية (Rast Linien-Nodal Lines) تكون أسطح كسور الاهتزاز فى الشد والضغط والحنى الدوار فى غالب الأحيان مطروقة hammered تنشأ كسور اهتزاز اللى التى بشكل مقطع التفريز من العديد من كسور الاهتزاز المائلة بزاوية 45° وموزعة على المحيط .

سطح كسر الاهتزاز فى اللى	
تحميل لى فى اتجاه واحد	تحميل لى فى الاتجاهين

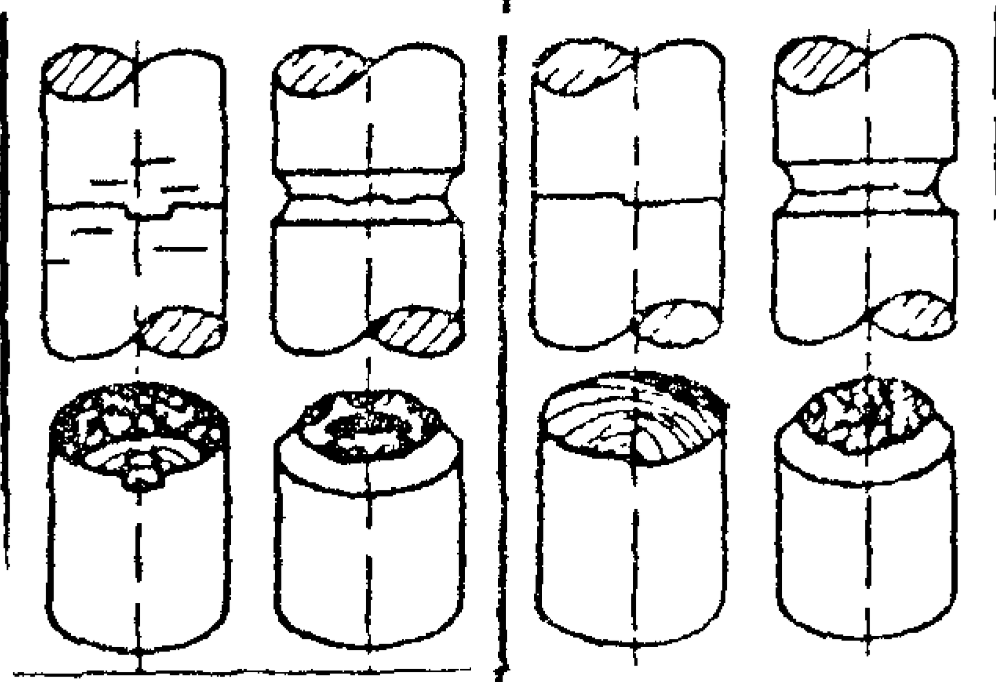


اجهاد اسمى منخفض		اجهاد اسمى مرتفع	
محززة	ملساء	محززة	ملساء

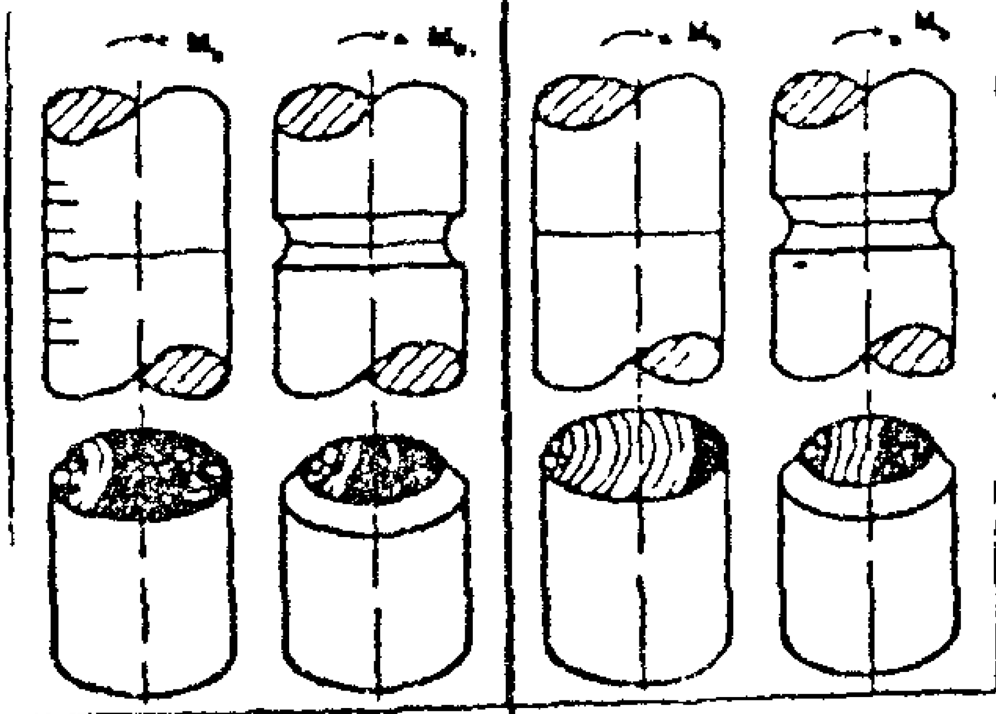
سطح كسر الاهتزاز - شد - ضغط



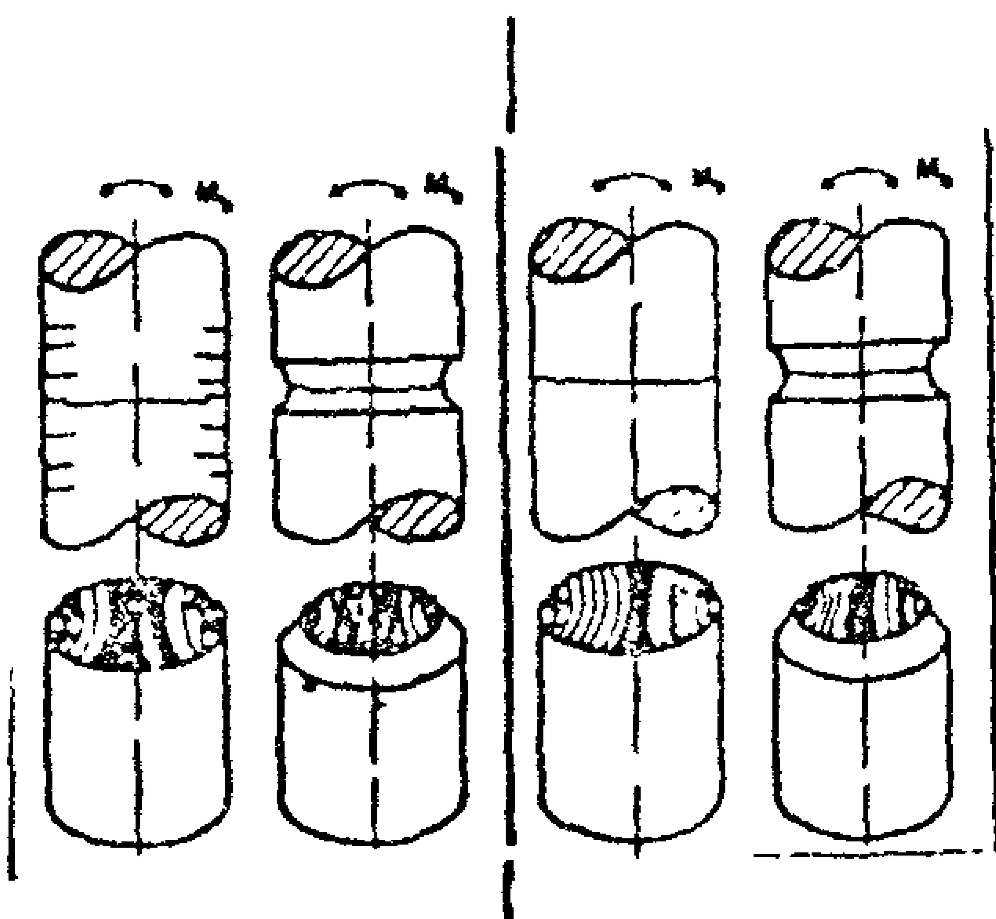
سطح كسر الاهتزاز حنى دوار



سطح كسر الاهتزاز حنى متردد فى اتجاه واحد

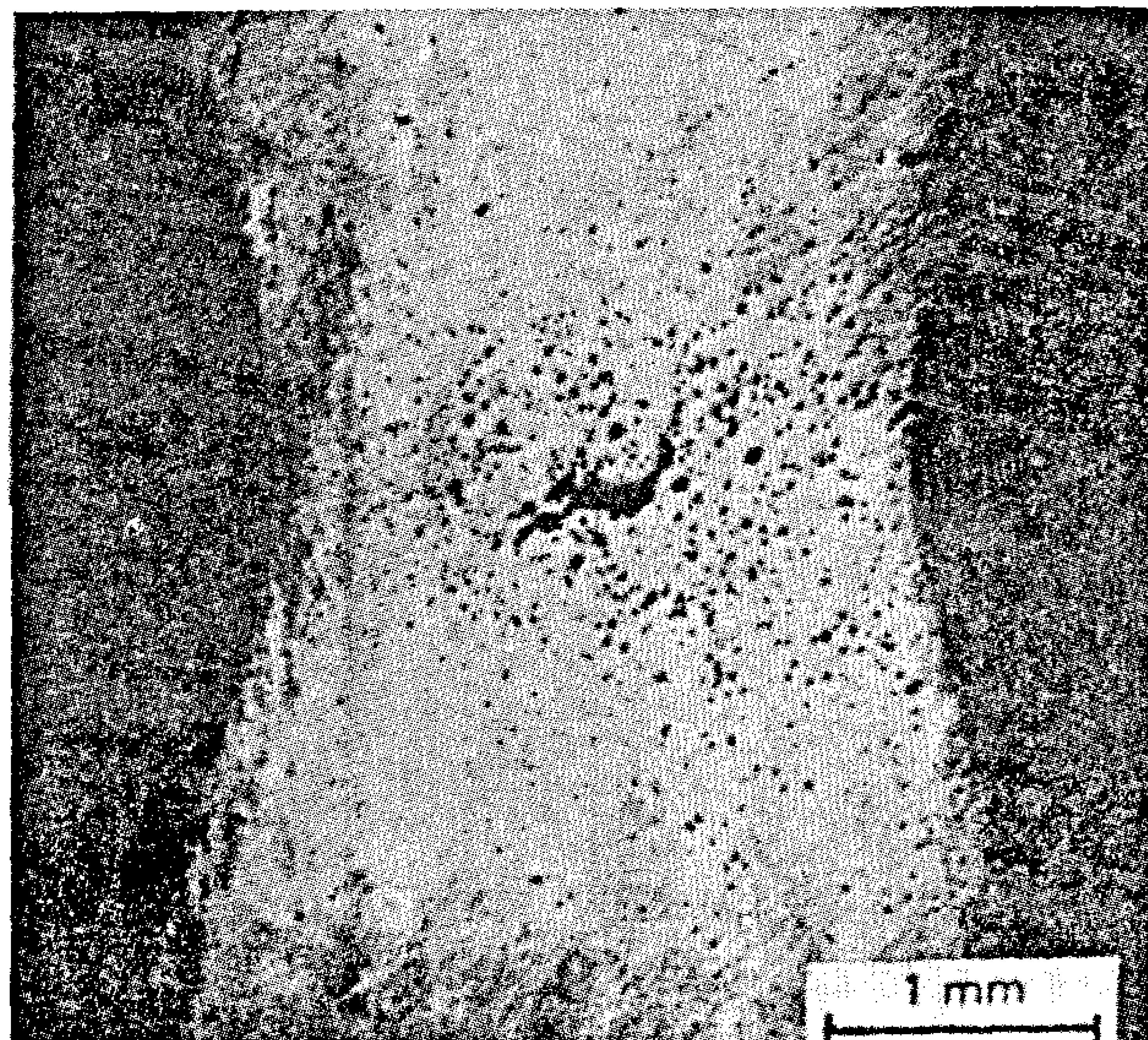


سطح كسر الاهتزاز حنى متردد فى الاتجاهين

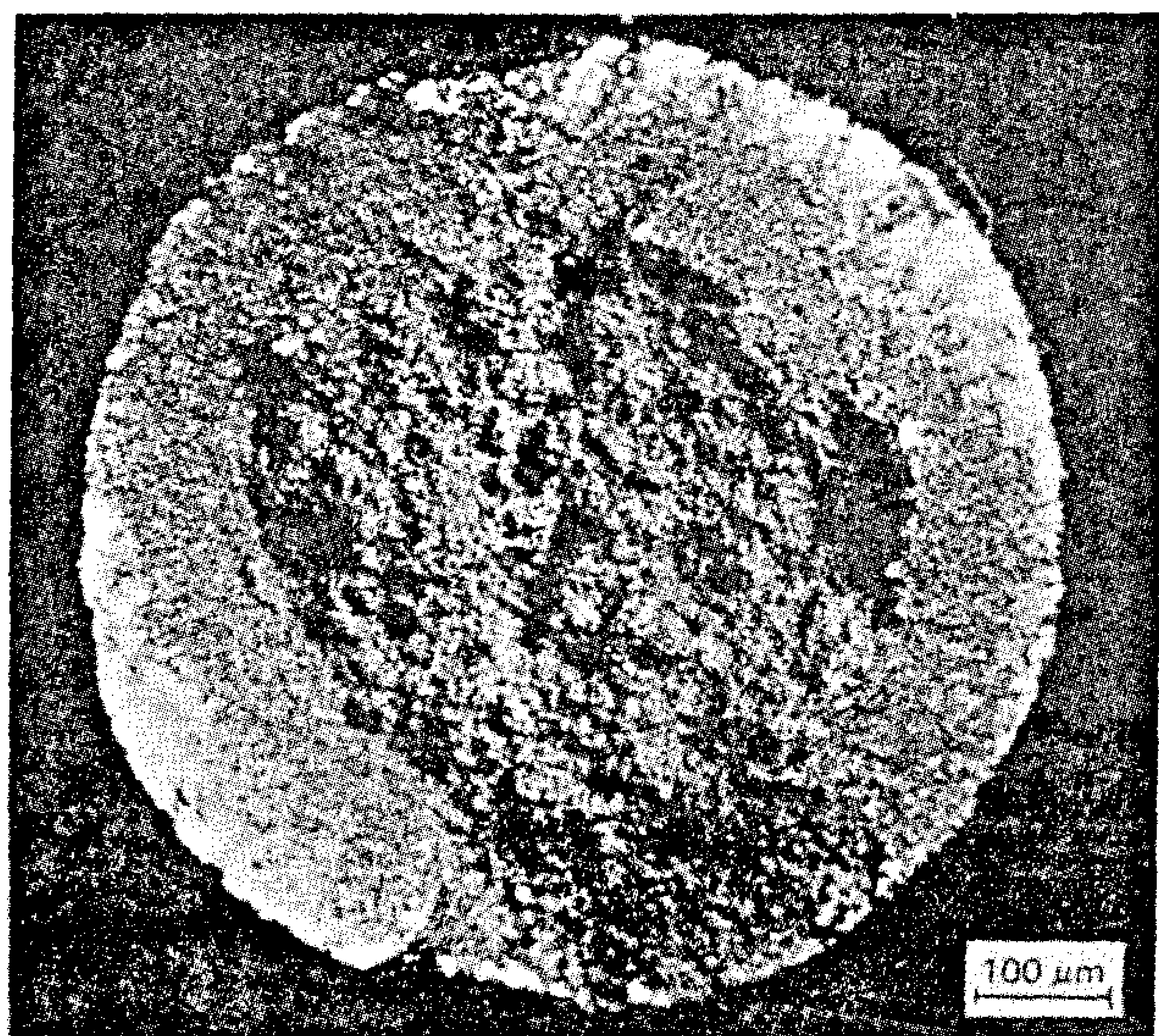


الملحق

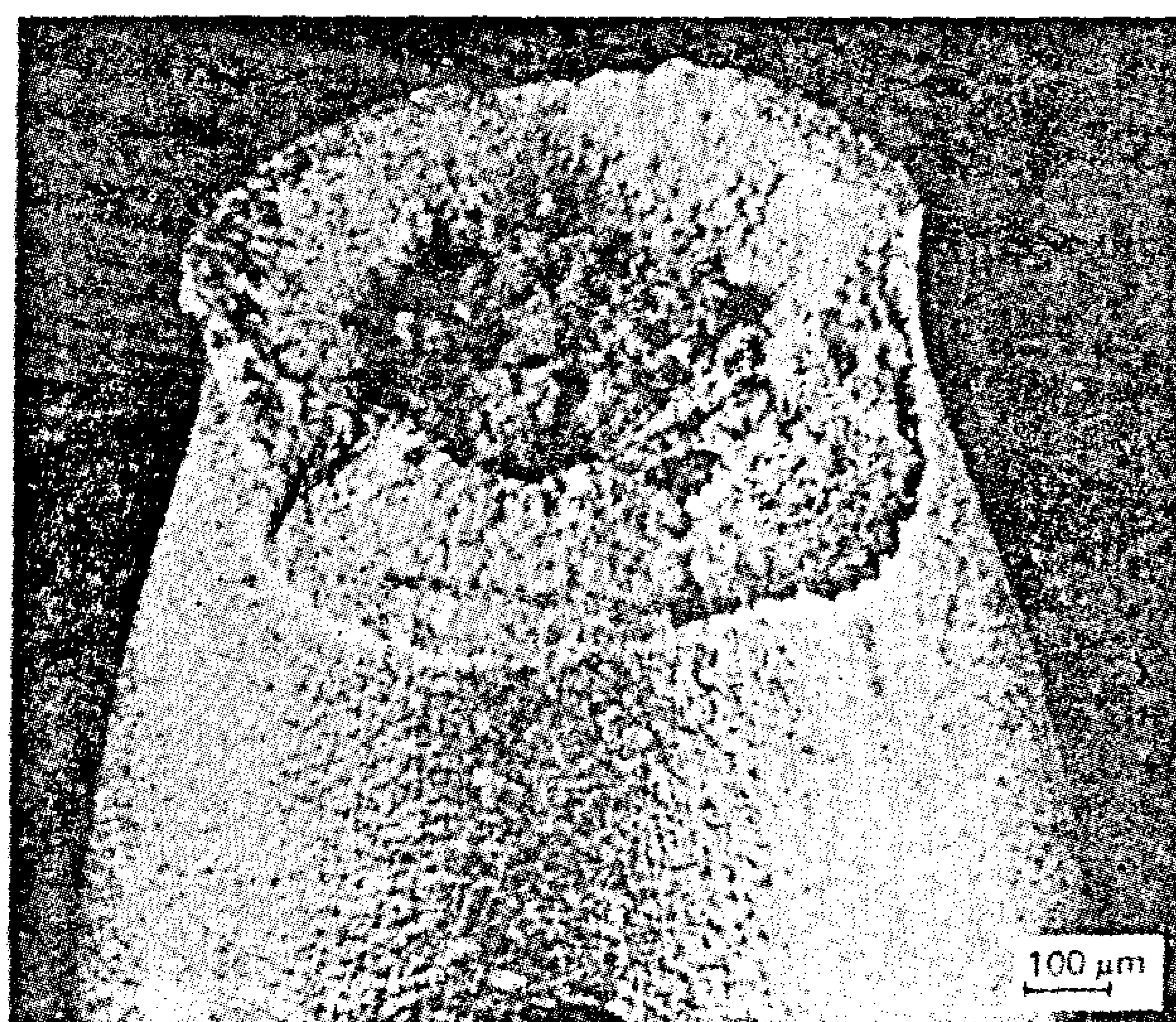
صور الكسور الناشئة عن التحميلات الميكانيكية



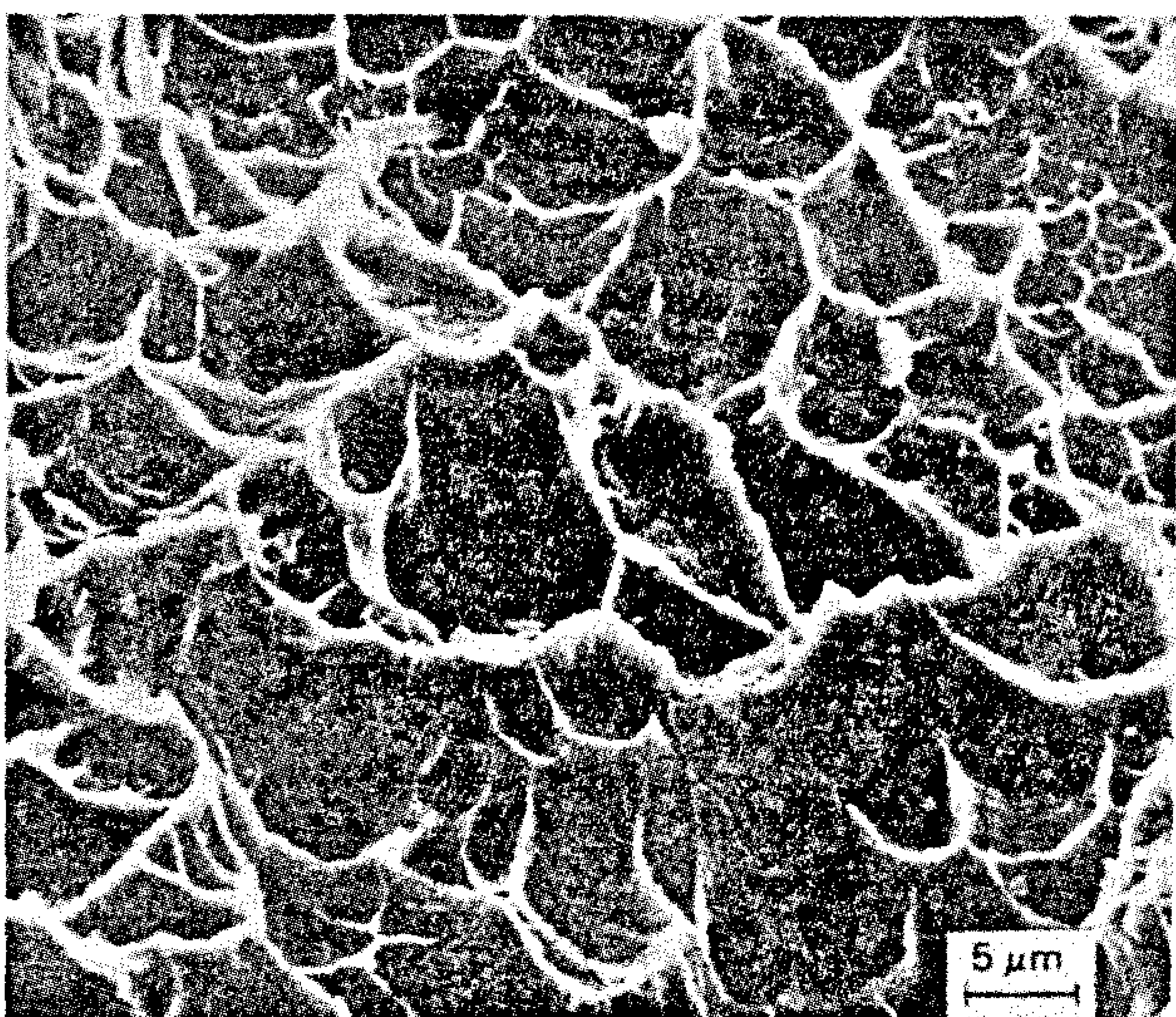
الصورة 3- تكوين فجوات فى منطقة القلب فى كسر شد قسرى لدن.
المادة : نحاس غير منمش Unetched



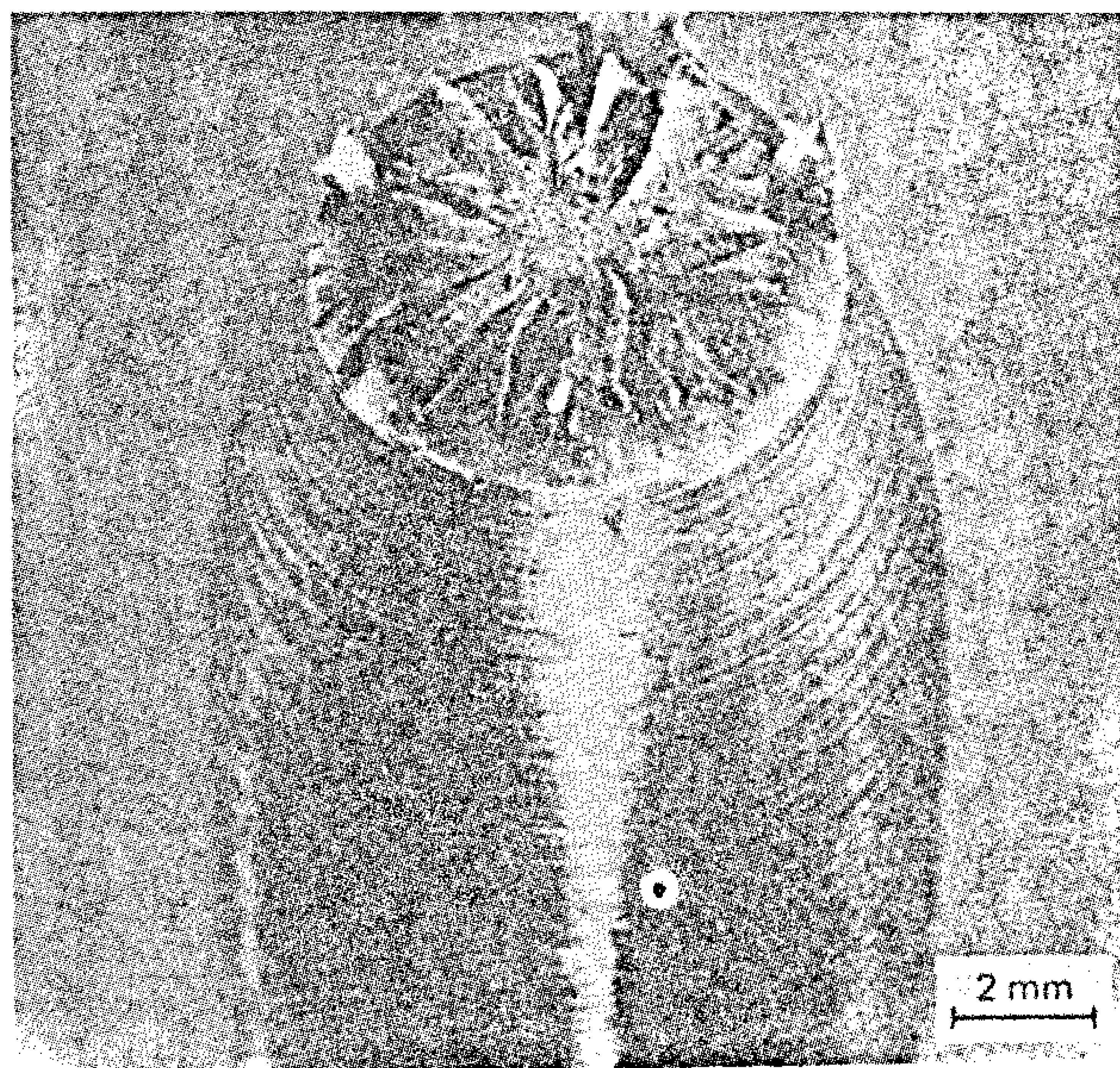
الصورة 1- كسر شد قسرى لدن أنظر كروكى 1
المادة : St 52-3



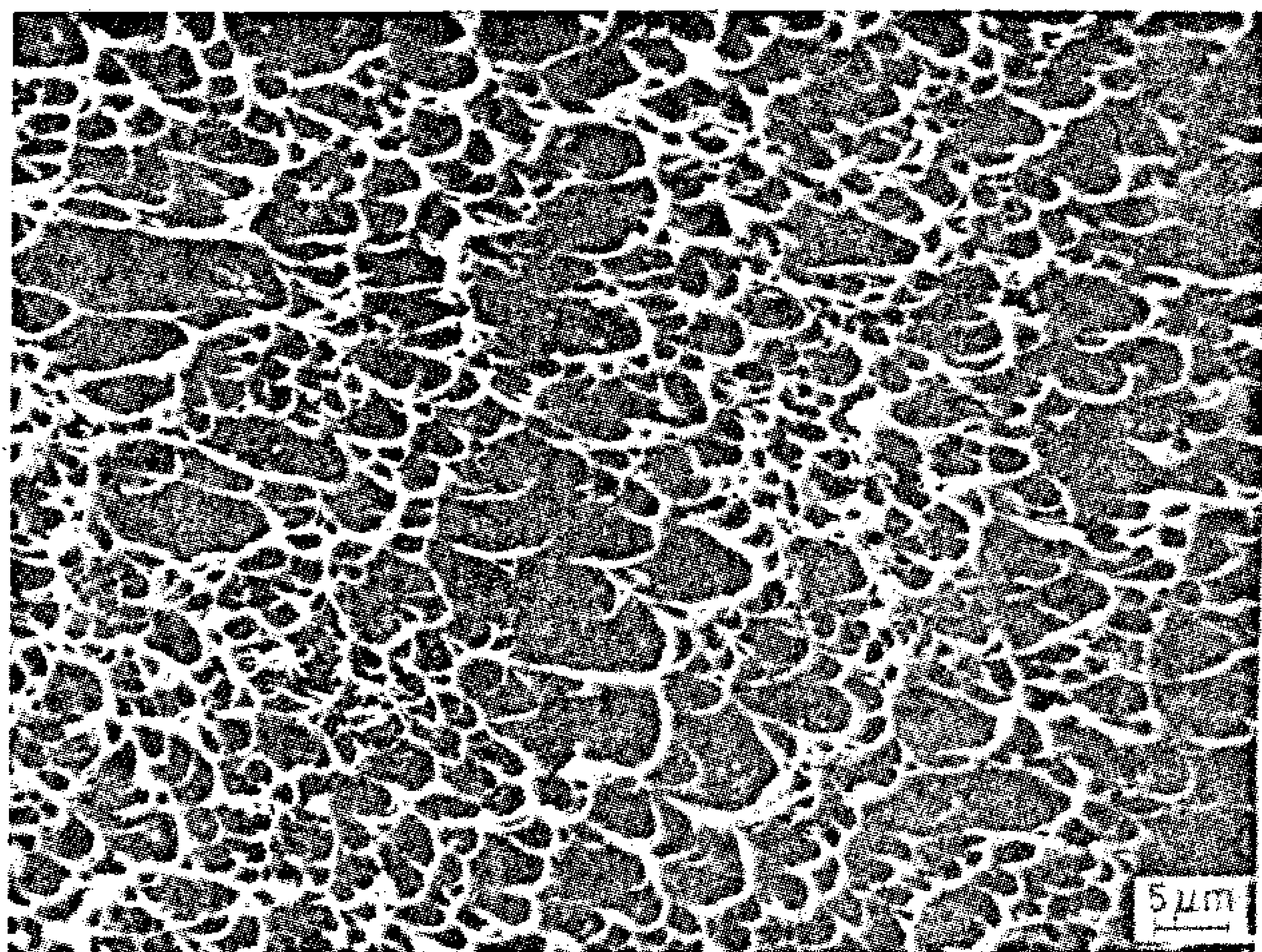
الصورة 4- كسر شد قسرى لدن (منظر جانبى للصورة 1)
المادة : St 52-3



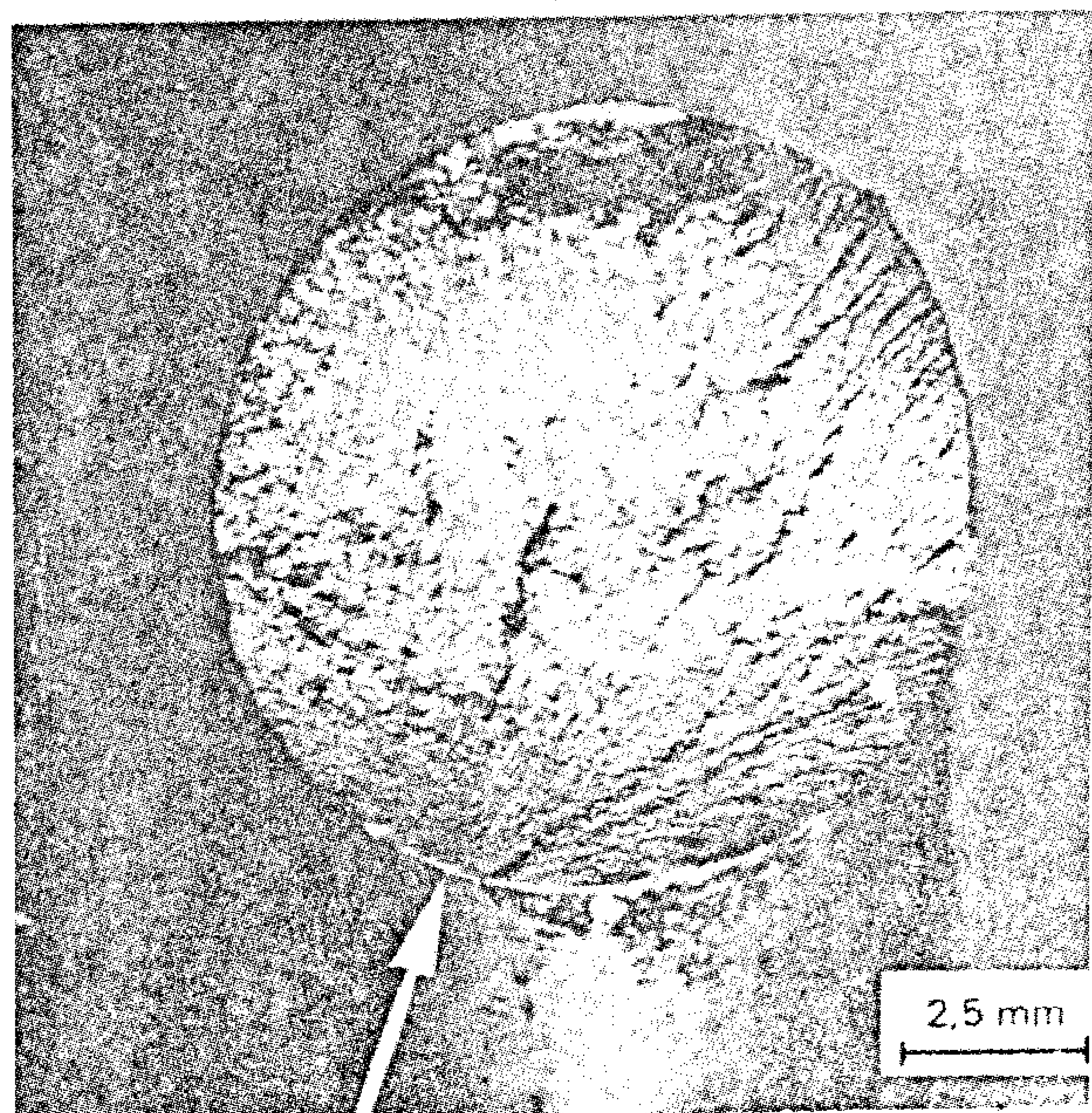
الصورة 2- خلايا مستقيمة فى حدود الحبيبات فى حالة كسر شد قسرى لدن .
المادة : Ck 45 V 700



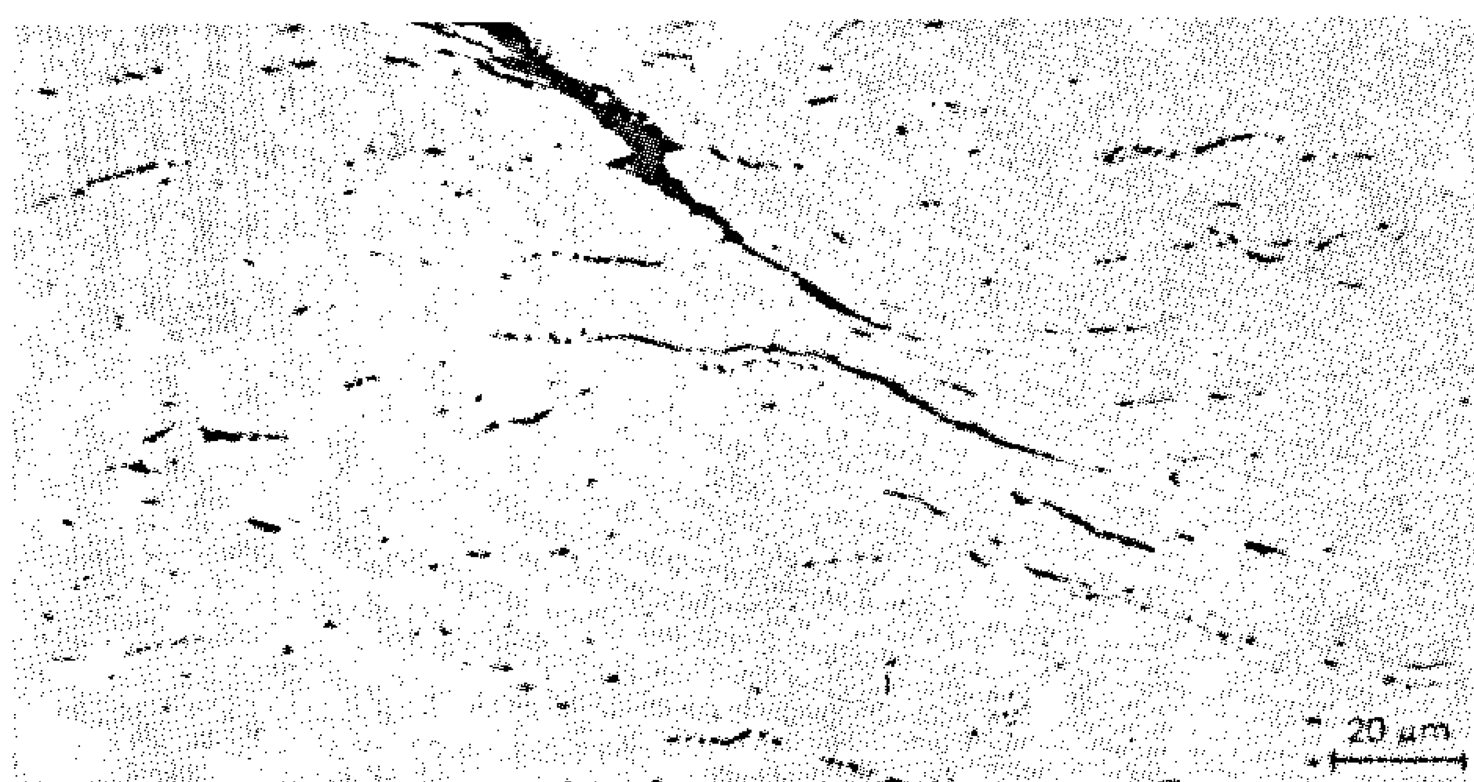
الصورة 7- كسر شد قسرى لدن بشكل مقطع التفرير
مسمار من نوع 10.9



الصورة 5- خلايا قص فى لوح معدنى رقيق الجدران .
المادة : فولاذ مرتنسيتى قابل للتصليد .



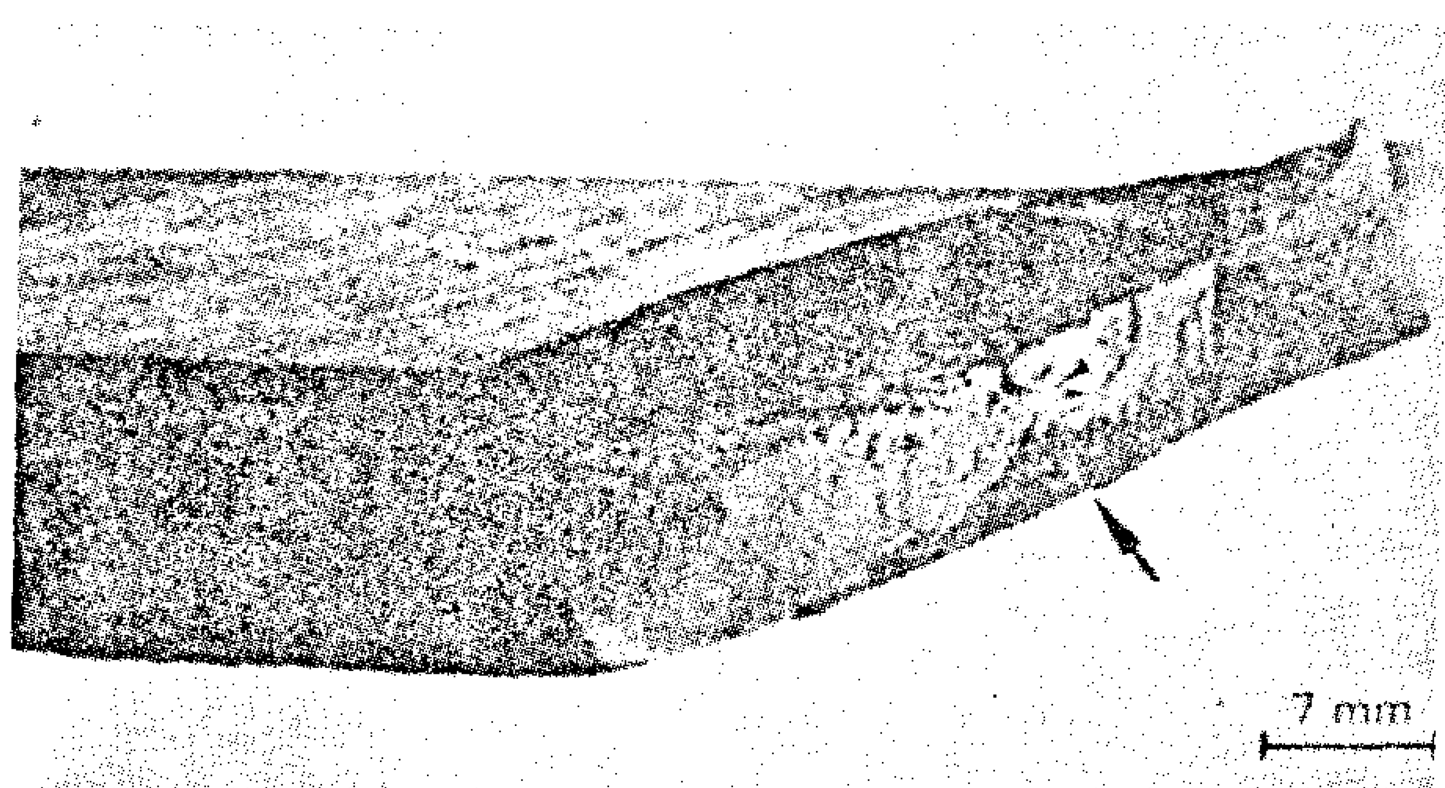
الصورة 8- كسر حنى قسرى لدن
المادة x 45 Cr Si 9 V 900 BNT
يشير السهم إلى بدء الكسر وأتجاه أنتشاره



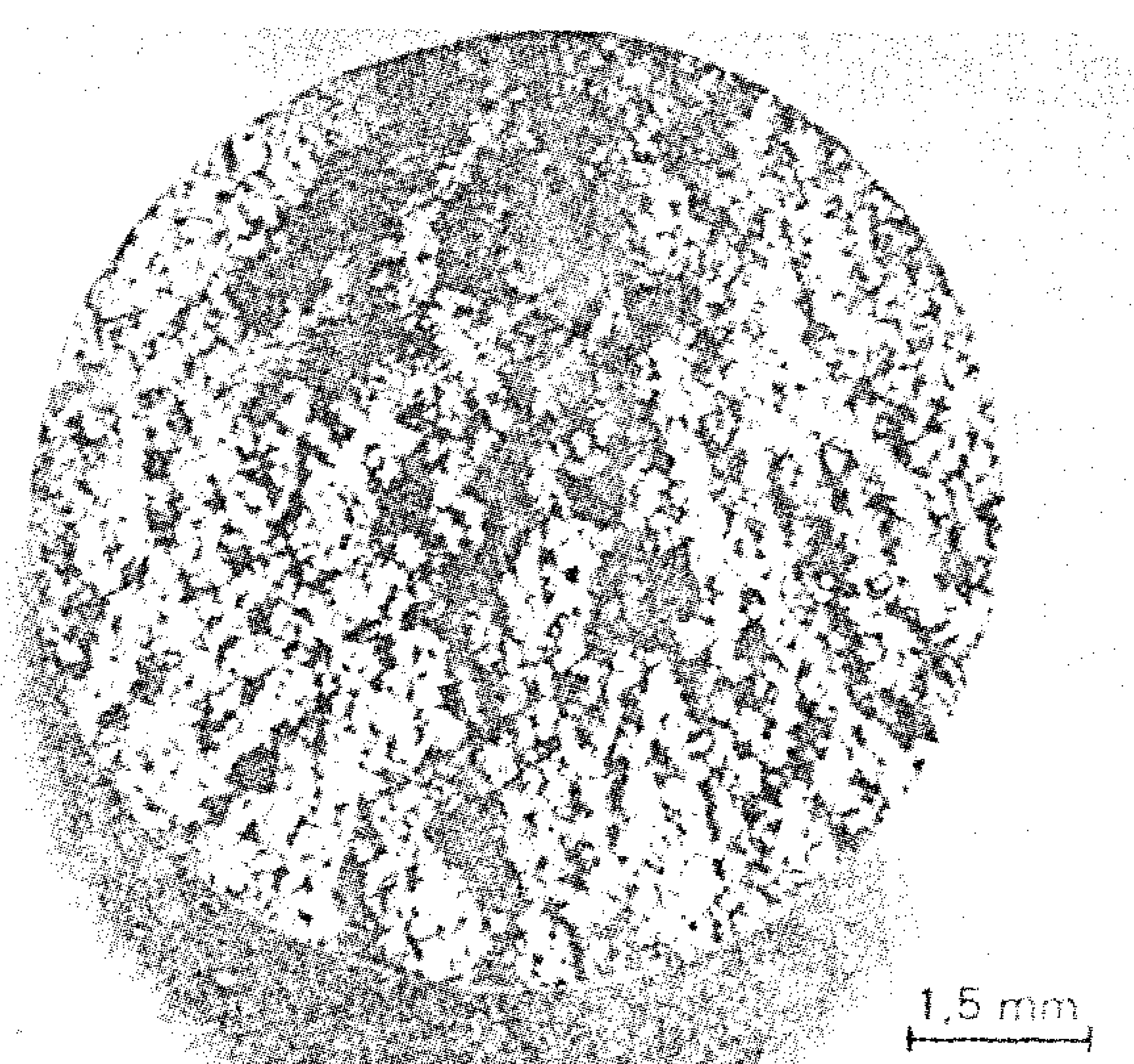
الصورة 6- خطوط القص وبها فجوات عند حافة كسر شد قسرى لدن
المادة : (غير منمشة) St 37-3



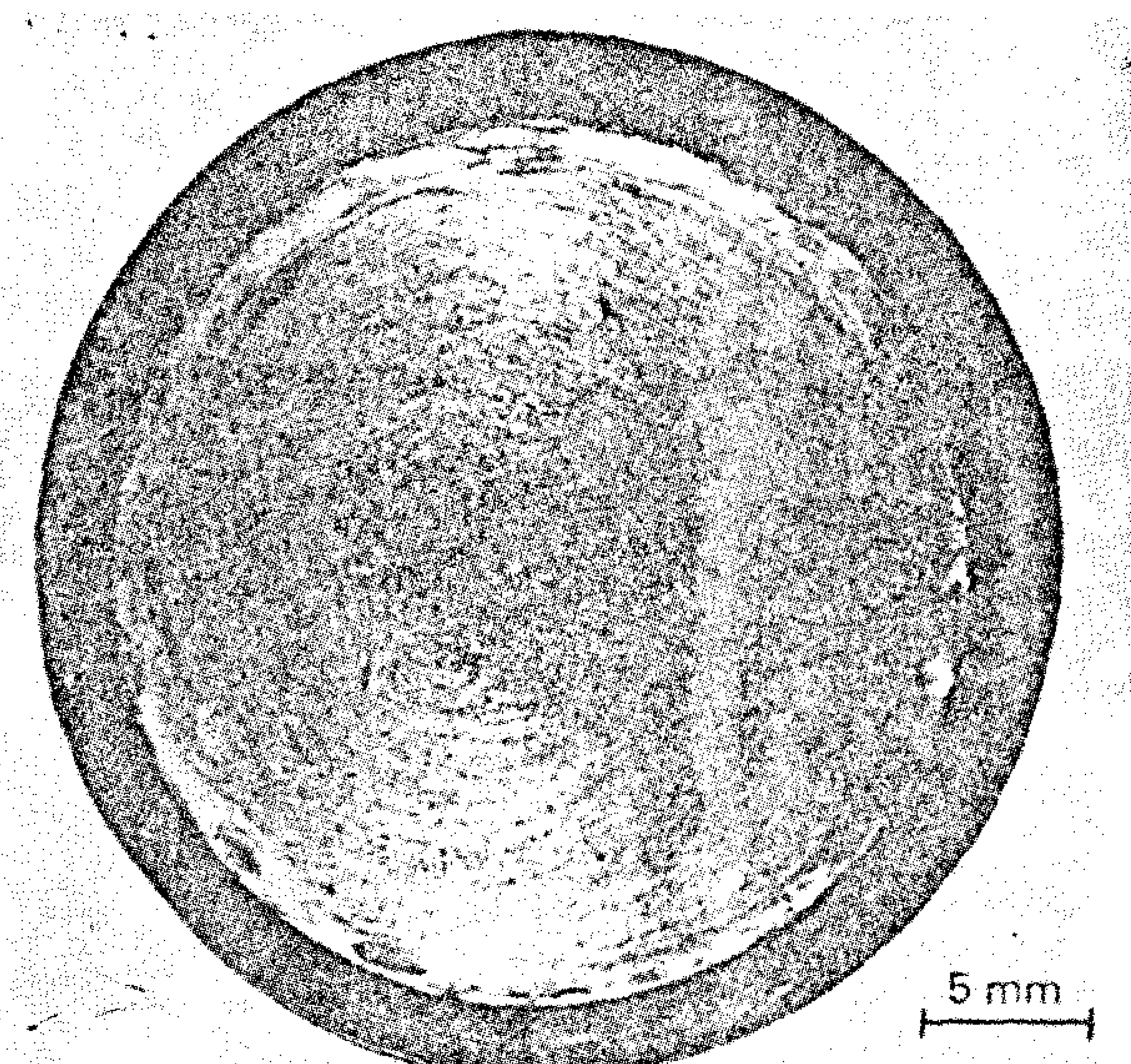
الصورة 11- تشققات ضغط قسرى لدن
المادة 20 Mo Cr 4 GK Z



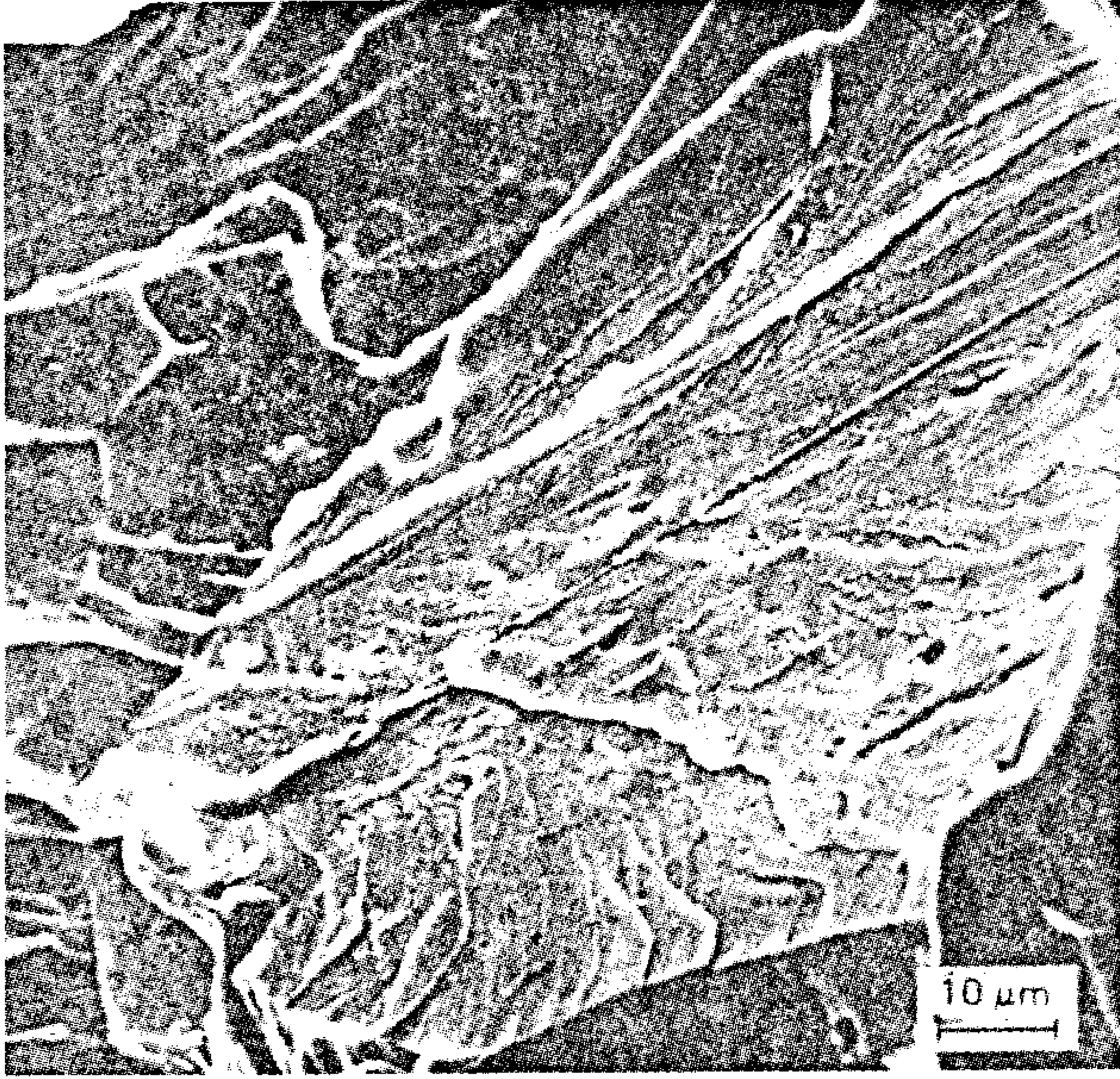
الصورة 9- كسر حنى قسرى لدن .
المادة : 50 Cr V 4 V 1400
يشير السهم إلى بدء الكسر وأتجاه أنتشارة .



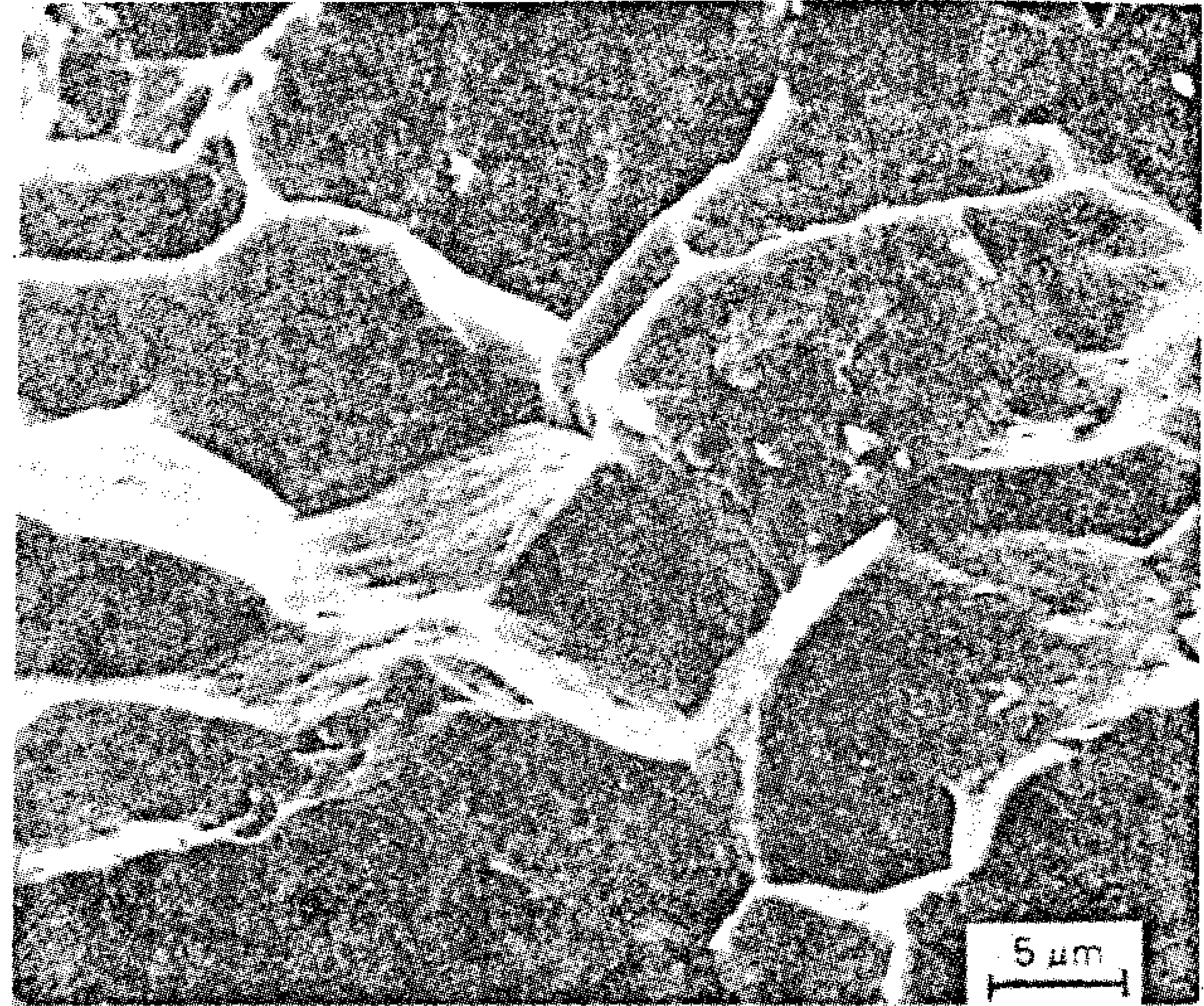
الصورة 12- كسر شد قسرى قصيف
المادة GG 26 حديد زهر رمادى



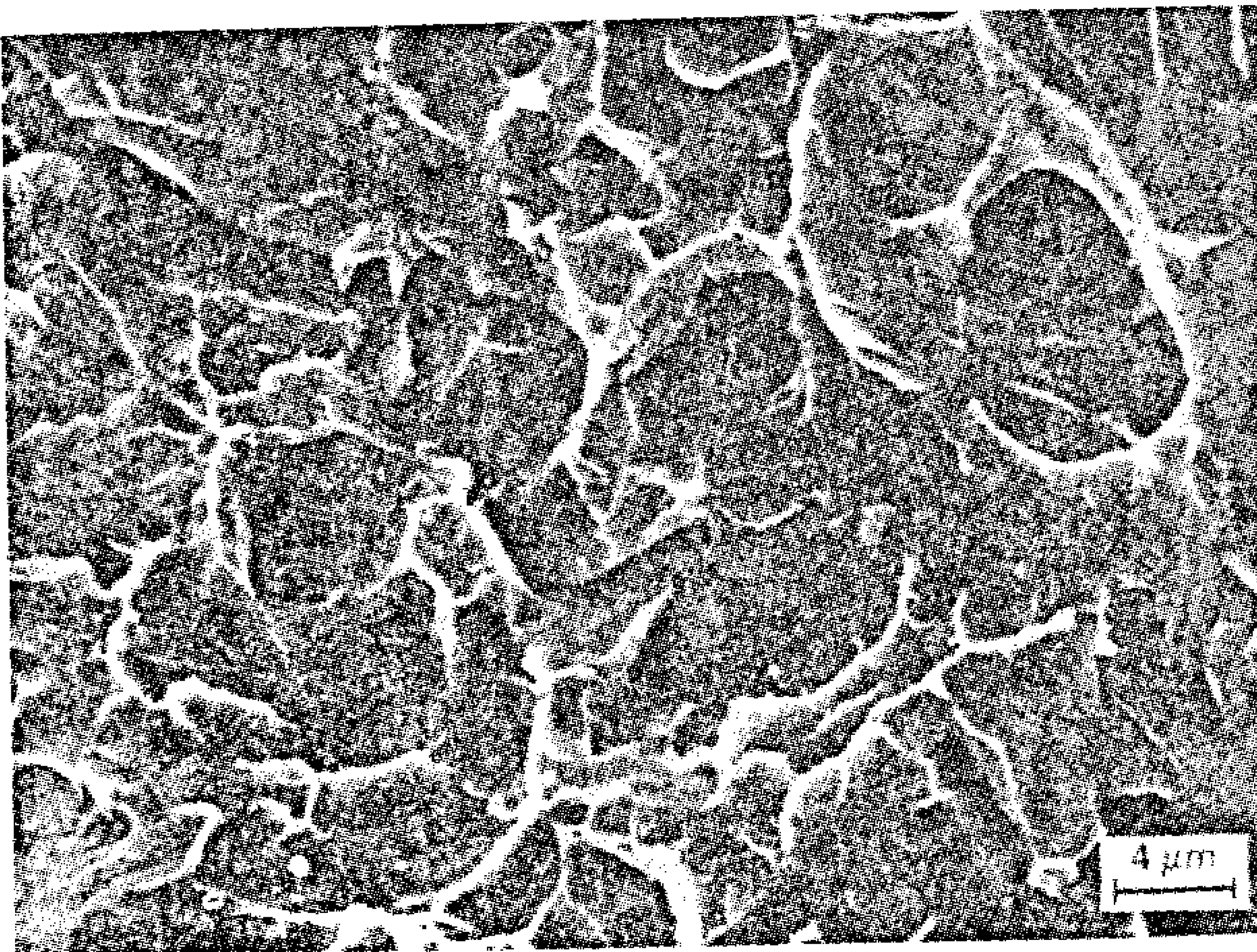
الصورة 10- كسر لى قسرى لدن
المادة CK 45 N HI



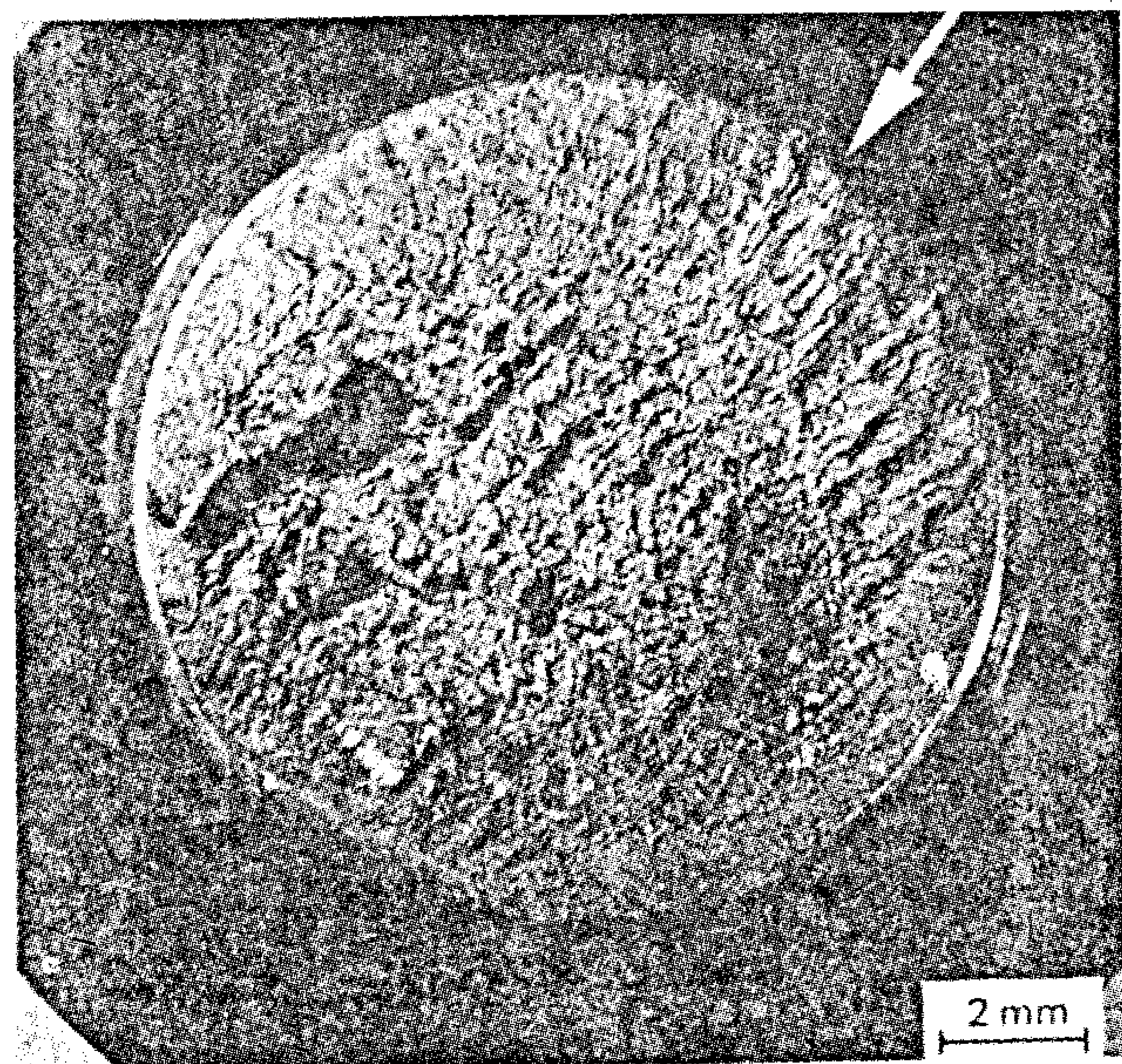
الصورة 13- كسر أنفلاق
المادة : X 8 Cr Ti 17
مقاومة الاجهادات $500\ N/mm^2$



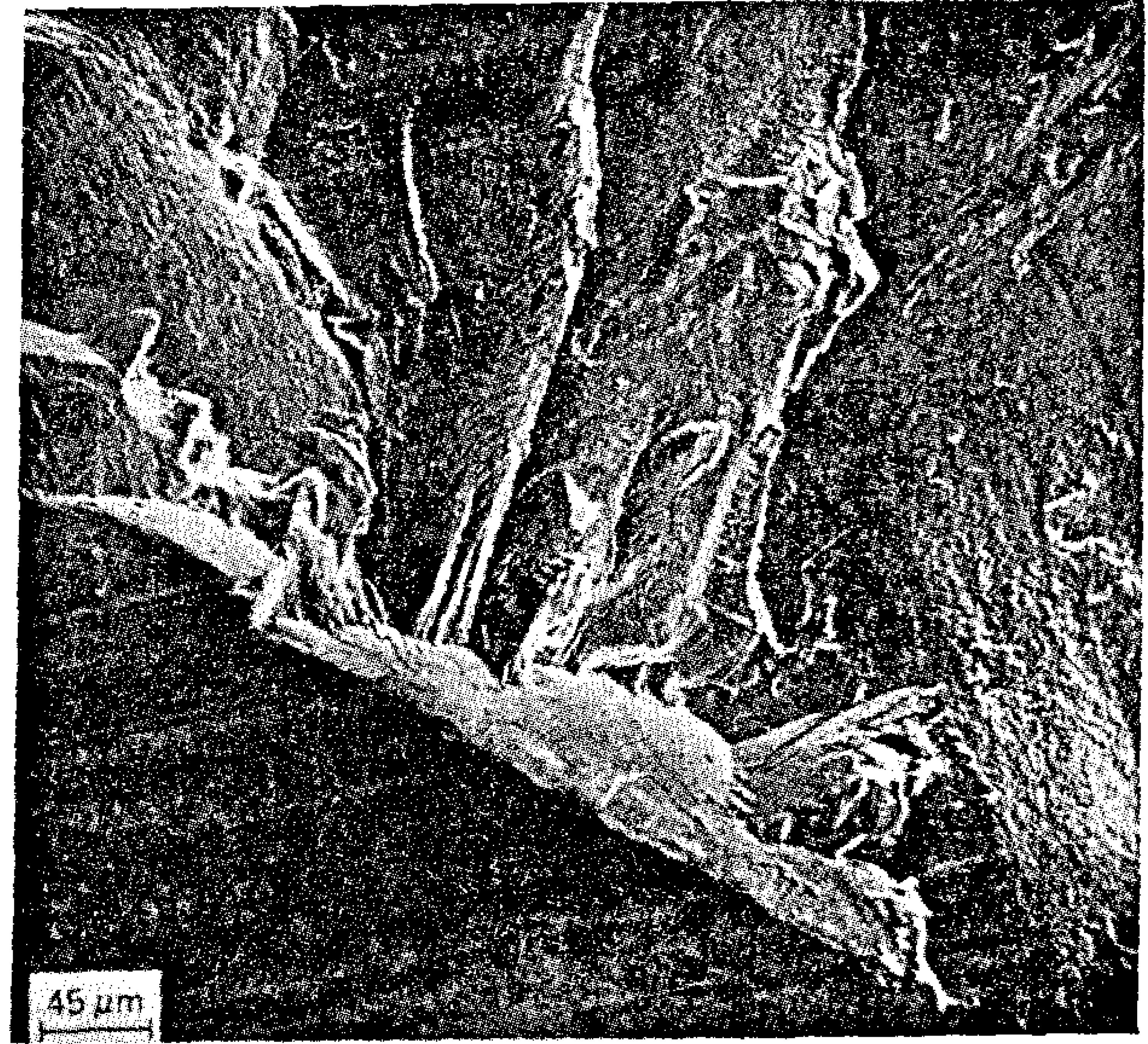
الصورة 15- كسر على حدود الحبيبات
المادة 16 Mn Cr 5 E منطقة الحافة



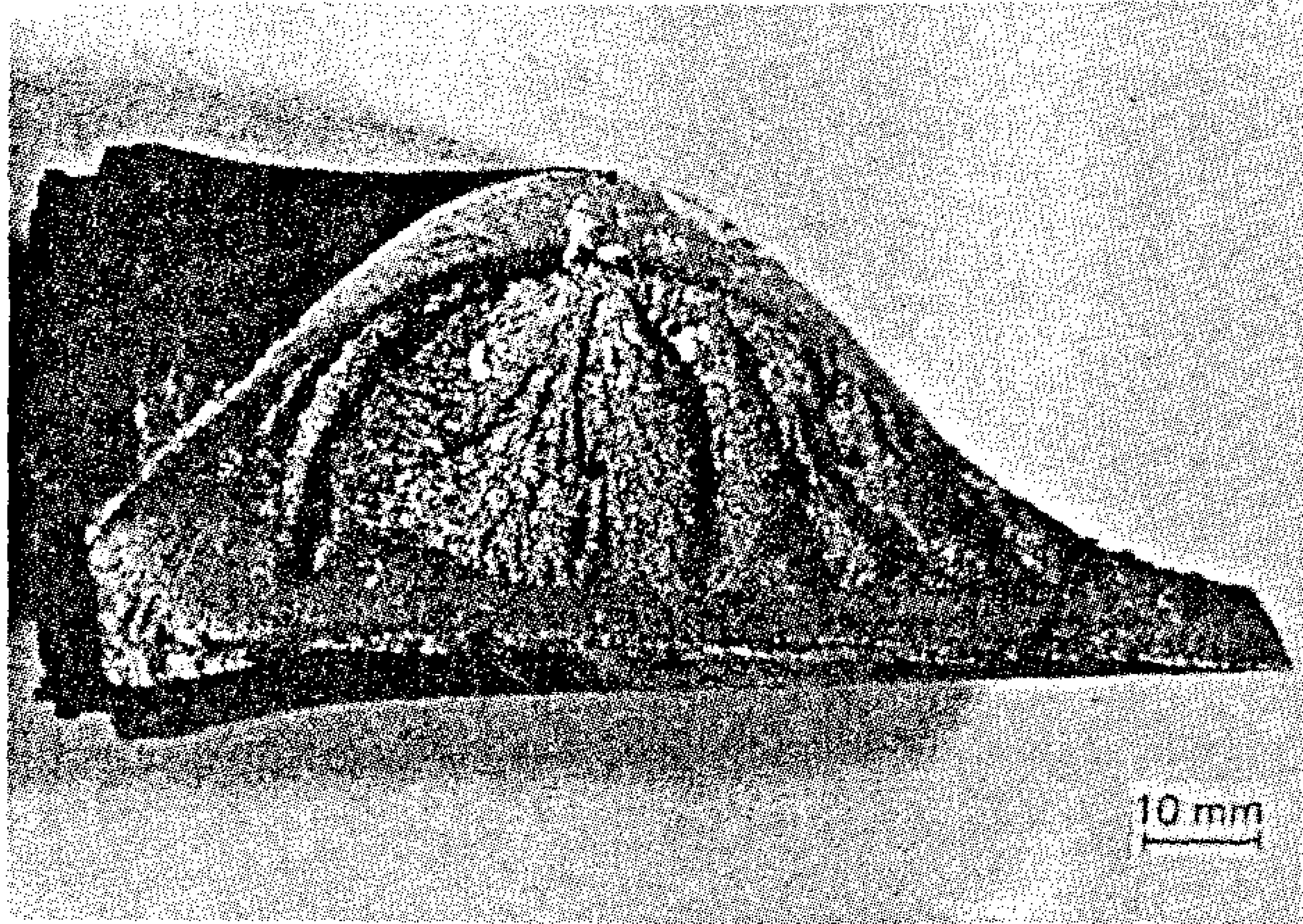
الصورة 14- كسر أنفلاق بزعانف مشكلة (كانت تسمى حتى الآن كسر شبه منفلق)
المادة : 20 Cr Mo V 4 منطقة القلب



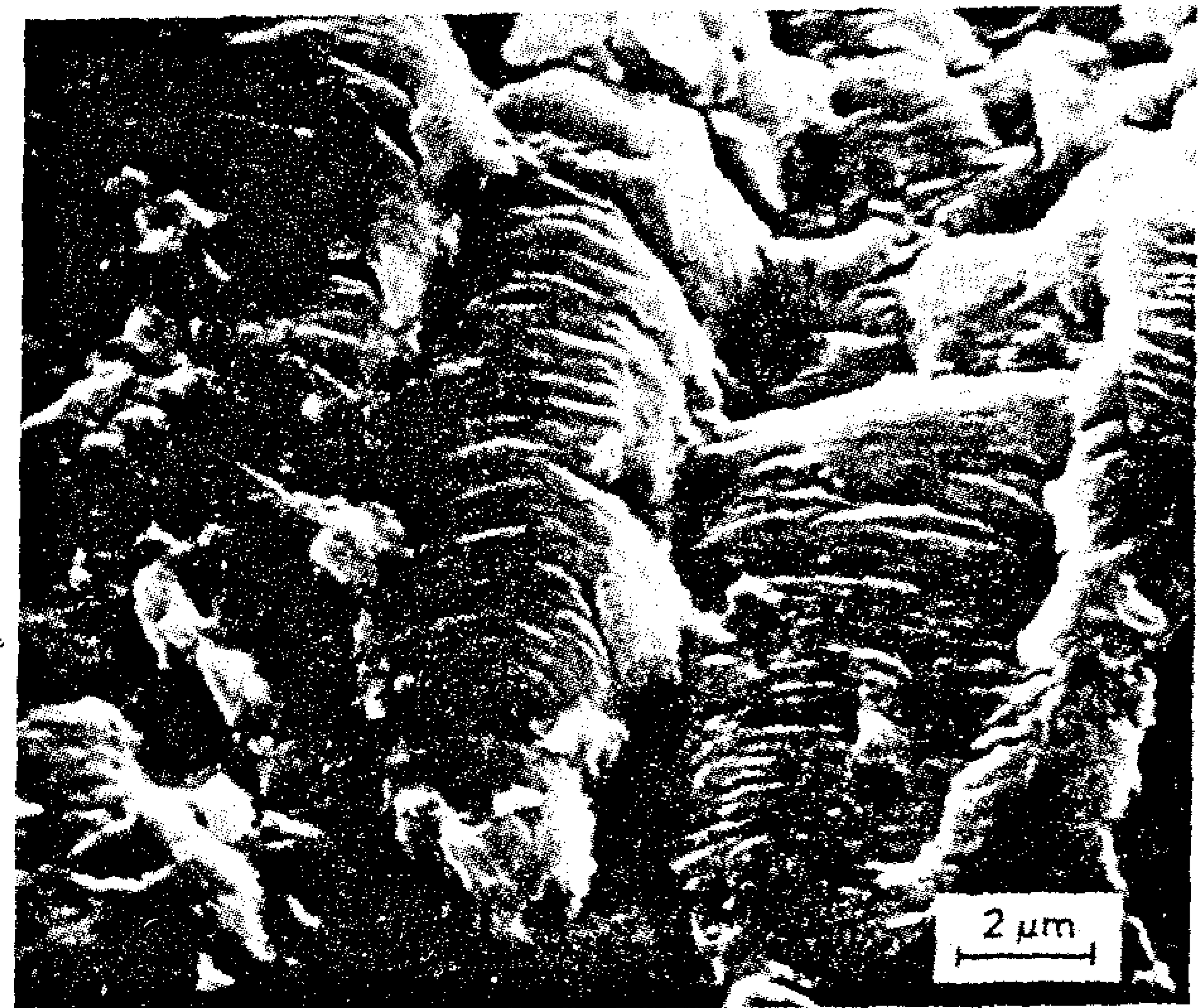
الصورة 16- كسر حنى قسرى قصيف
المادة : 20 Mo Cr 4 E
يشير السهم إلى بدء الكسر وأتجاه أنتشاره



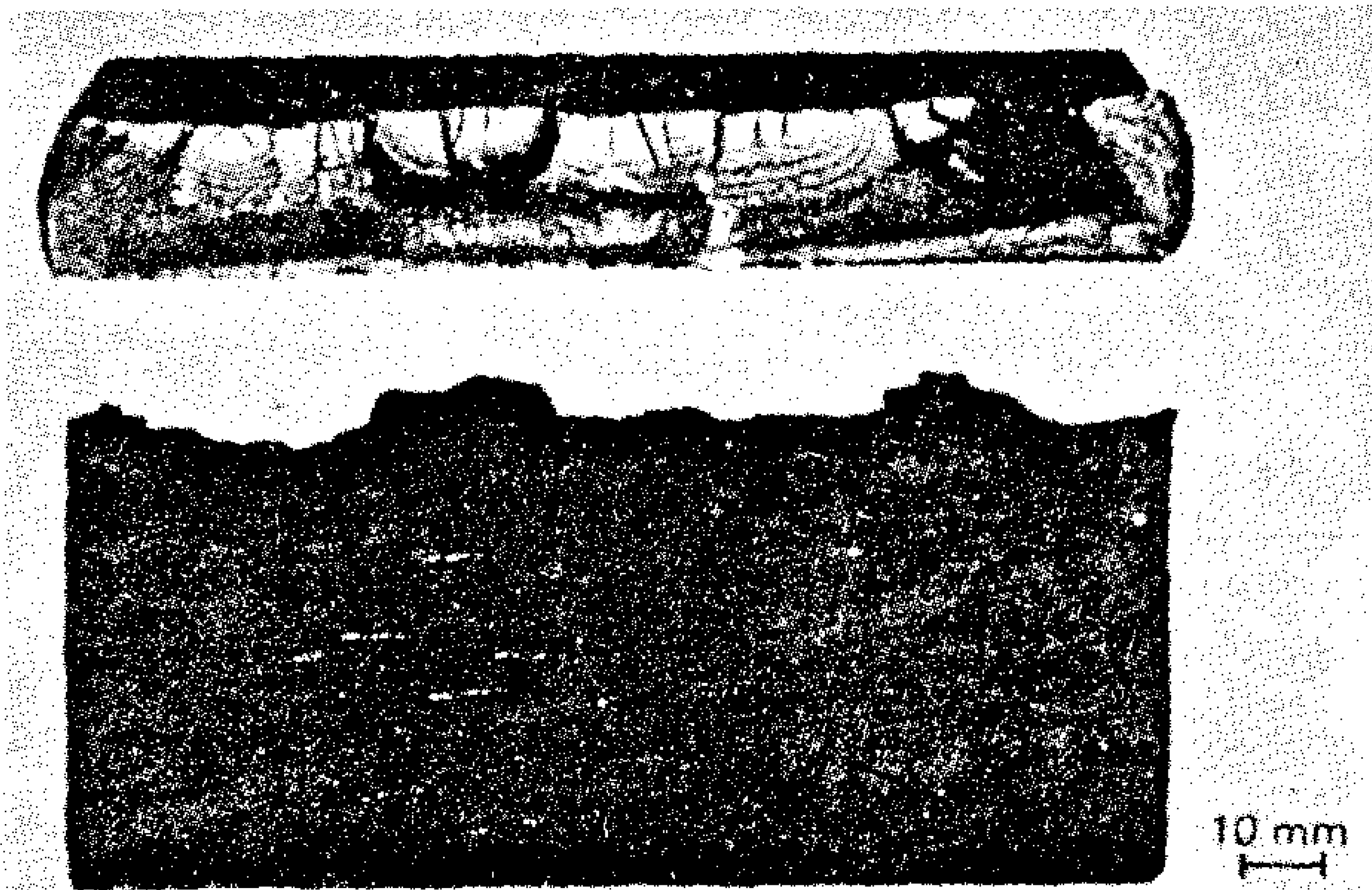
الصورة 19- بداية كسر اهتزاز
المادة سبيكة أساسها النيكل
المساحة الناصعة . المرحلة I
المساحة القاتمة ذات الخطوط العقدية المرحلة II



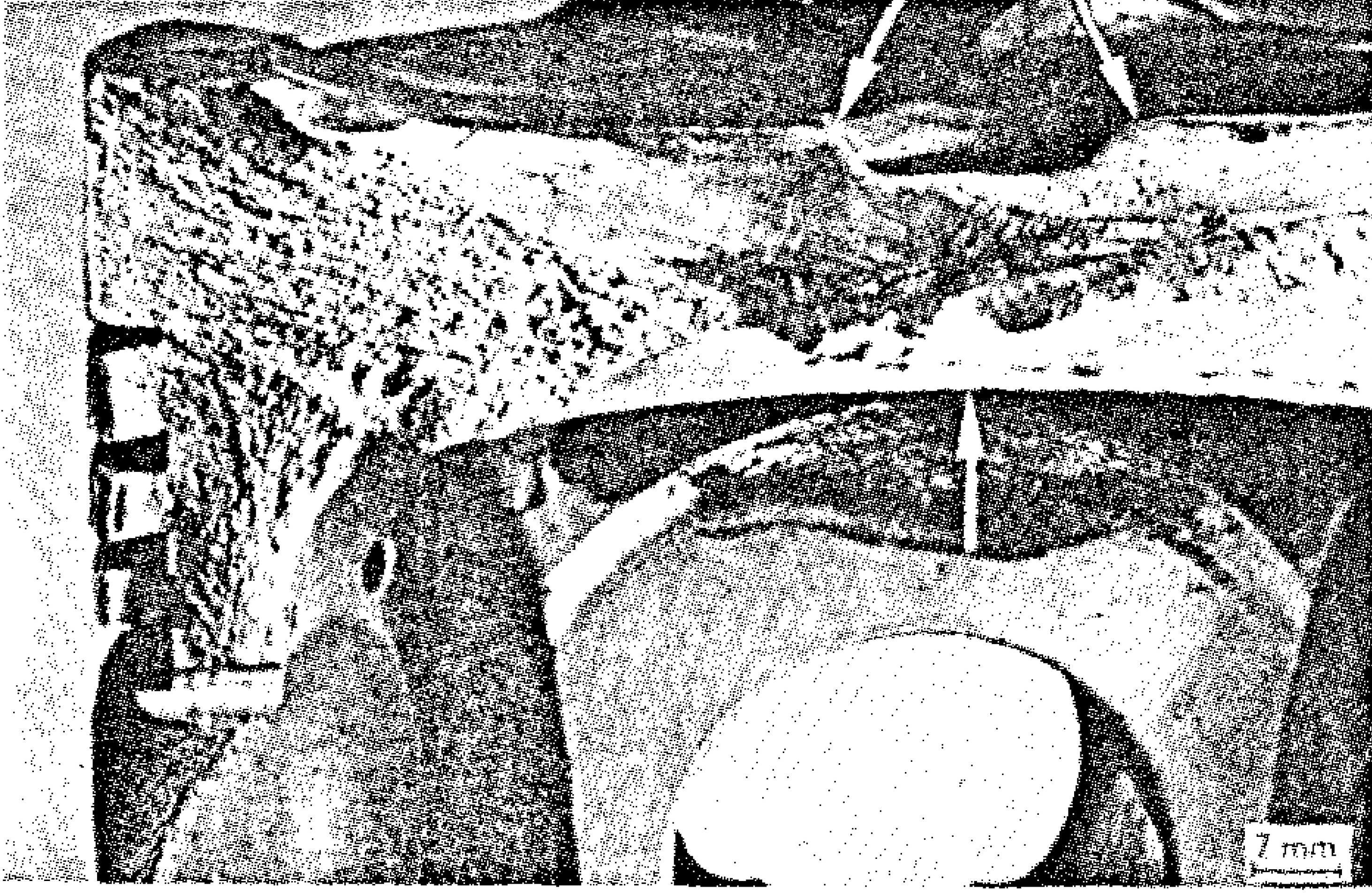
الصورة 17- كسر لى قسرى قصيف
المادة : CK 45 N HI



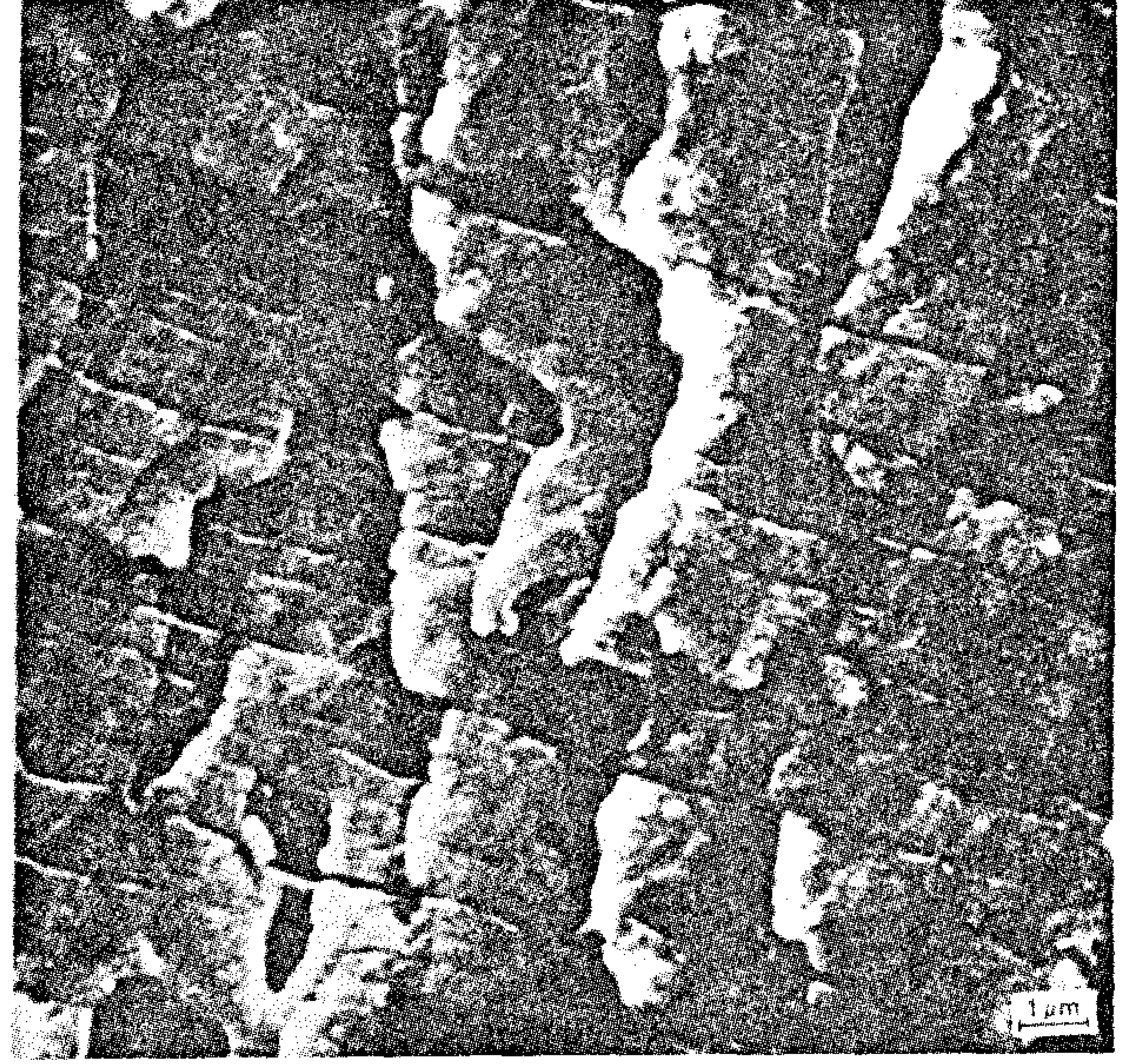
الصورة 20- كسر اهتزازى عبر الحبيبات مع خطوط وأشرطة الاهتزاز والتشرخات الجانبية
المادة CK 45 N أنظر كروكى 18



الصورة 18- كسر اهتزازى بالحنى المتردد فى أتجاه واحد
المادة : 50 Cr V 4 V 1400



الصورة 21- كسر اهتزاز مع جزء كسر باقى قسرى قصيف
المادة : GK-Al Si 12 Cu Ni
تشير الأسهم إلى بدايات الكسور



الصورة 22- كسر اهتزاز قصيف مع خطوط وأشرطة الاهتزاز والتشرخات الجانبية
انظر كروكى 20
المادة سبيكة تيتانيوم للصب

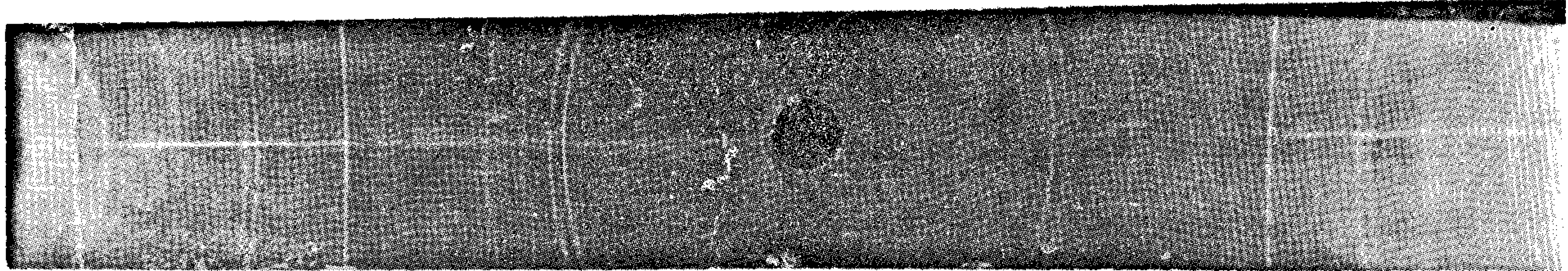


Fig. 6. X-ray analysis (At 975°C for 2hrs).

ACKNOWLEDGEMENT

Acknowledgement is made for colleagues at X-ray Lab., NRC-Dokki, Cairo, for their kind help.

REFERENCES

1- Thelning K.E., "Steel and Its Heat Treatment", Buttern Worths, 544, 1984.

2- ICOMAT Conference Proceeding, Sendai, Japan, 101, 1986.

3- Simons, E. N., "Surface Treatment of Steel" Muller Limited, 198, 1974.

4- Carter, V.E., "Metallic Coatings" Butterworth, 1977.

5- D. Tsipas et al., Proceedings of Heat Treatment Conf., London, 211-224, 1987.

6- El-Shahat, O.A., and El-Bassyouni, T., Proceeding of Development of A.S.U. Conference, 327, 1987.

7- Metal Handbook, ASTM, 1983.

8- Mirkin, L., "X-ray Analysis Hand-book" Moscow, 1976.

9- H. Kunst and O. Schaaber: Hart. Tech. Mitt., 22, (4), 475, 1967.

10- H. Kunst and O. Schaaber: Hart. Tech. Mitt., 26, (1), 18, 1971.

11- M.J., Lu., Hart. Tech. Mitt., 38, (4), 156, 1983.

12- A.G. Von Matuschka, "Boronizing", P. 48, Heyden & Son Inc., Philadelphia, Carl Hanser Verlag, Munich, 1980.

(9-12) to be available for increasing the life of some machine parts of great economic importance in modern industry as forming mechanisation and future digging. Such fields call more and more surface hardened tools with tough core (9-12).

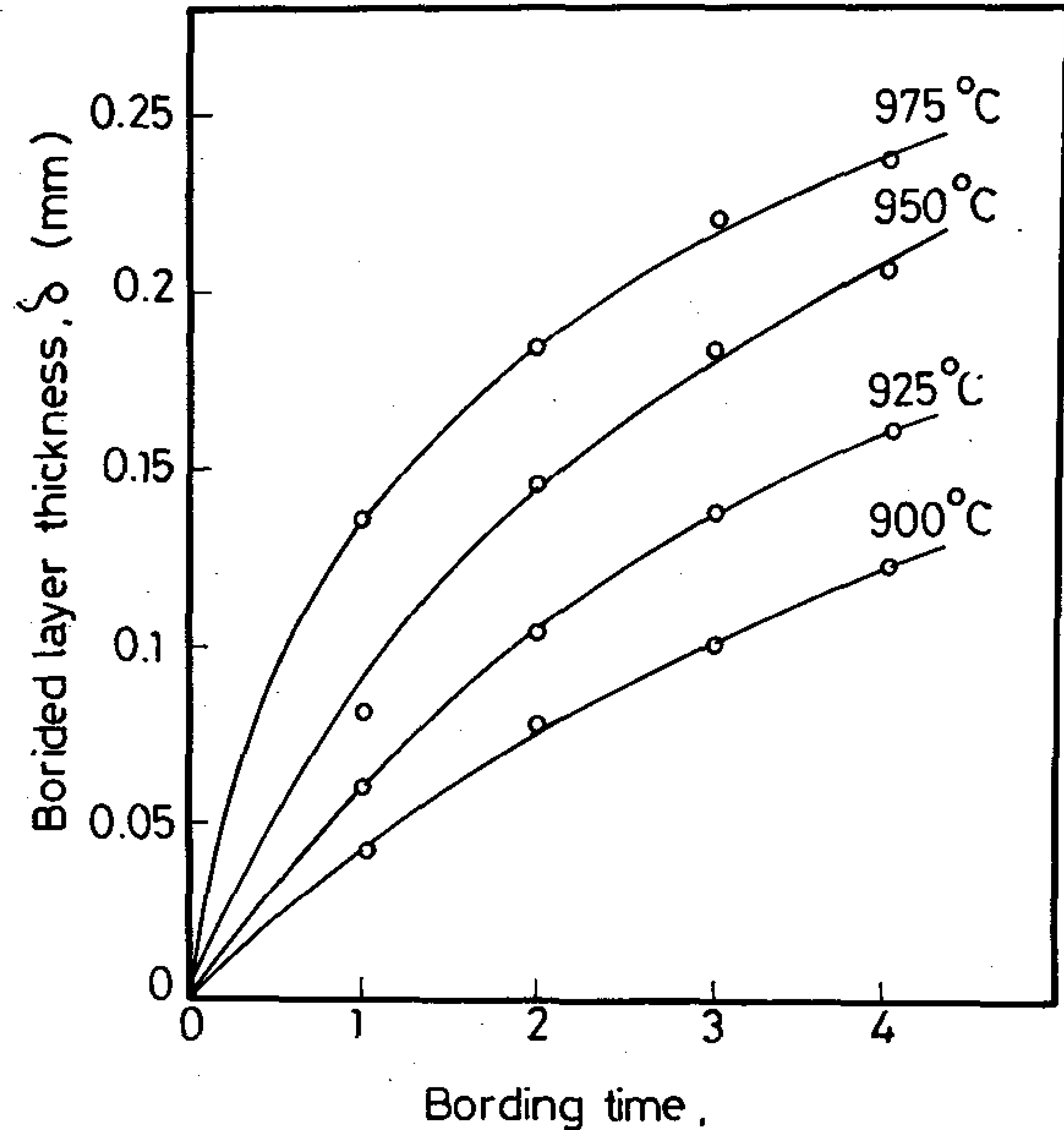


Fig.1-Variation of diffusion layer depth with time and temperature.

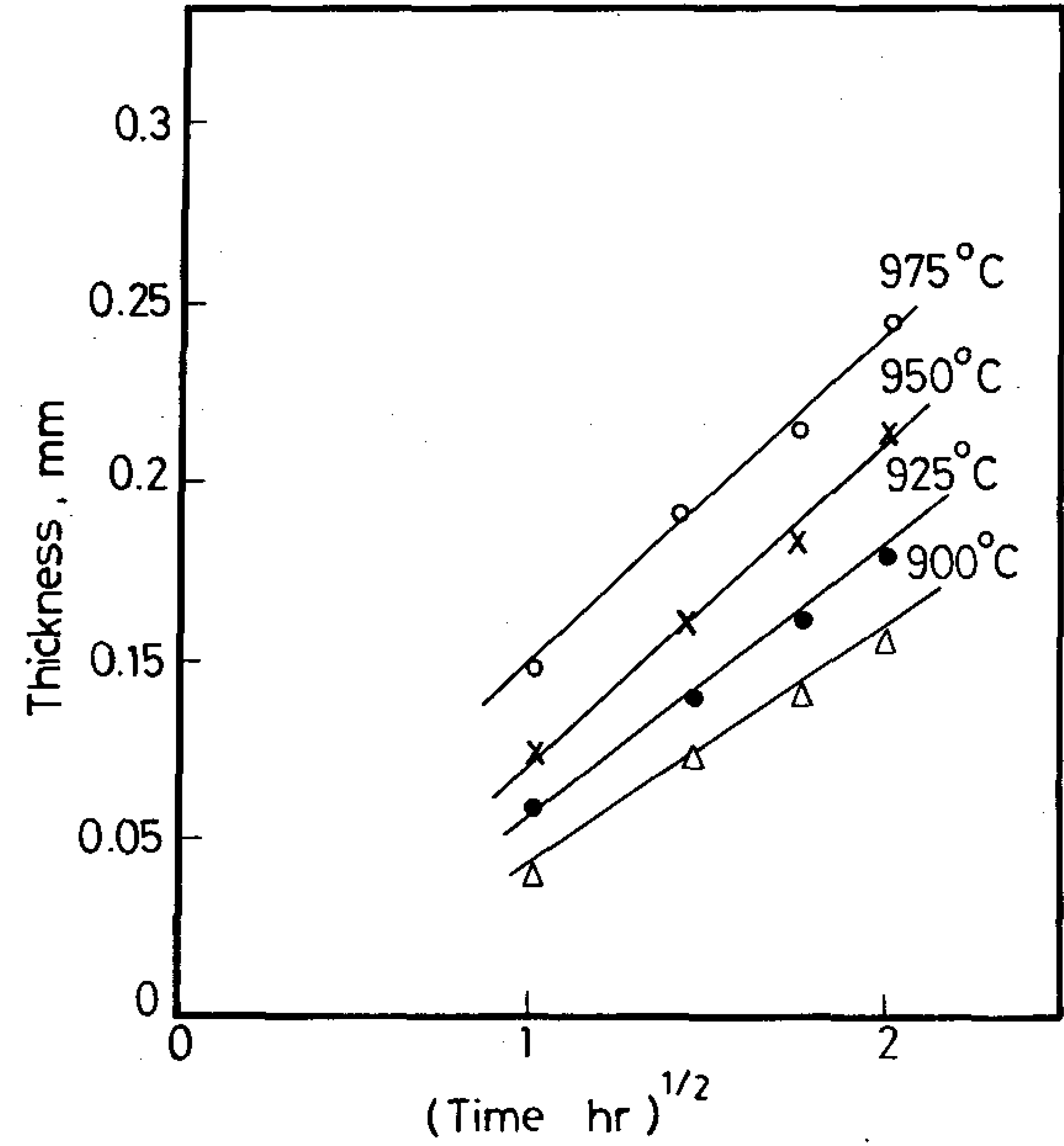


Fig. 2- The diffused layer thickness variation with temperature at $(\text{time})^{1/2}$.

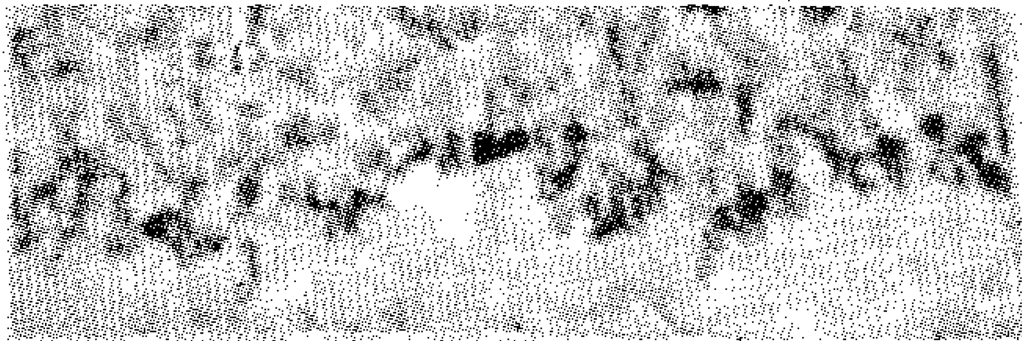


Fig. 3- Borided layer at 900°C for 2hrs. (X100)

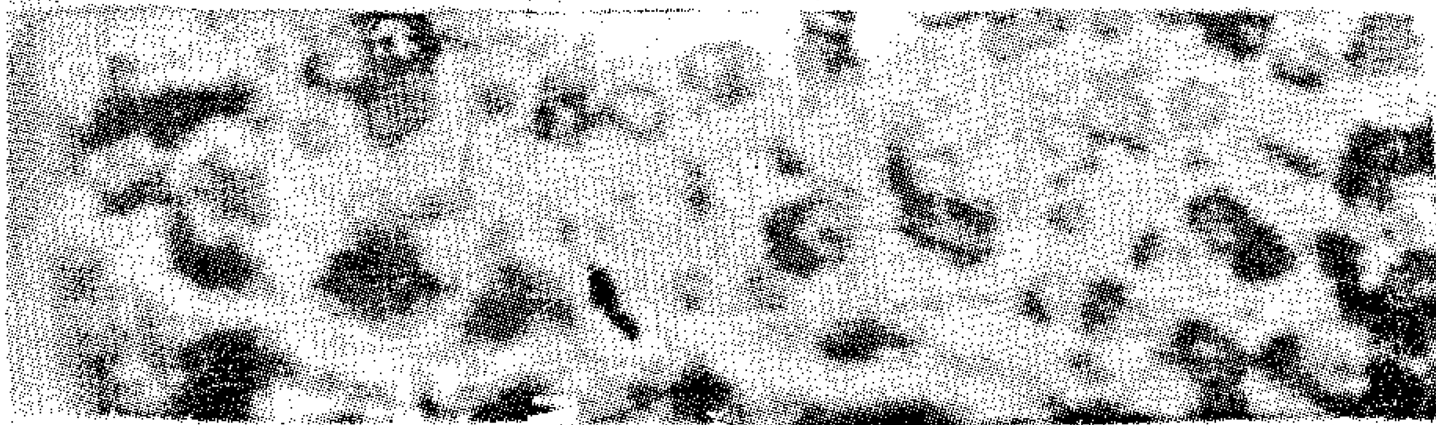


Fig. 4- Borided layer at 975°C for 2hrs. (X100).

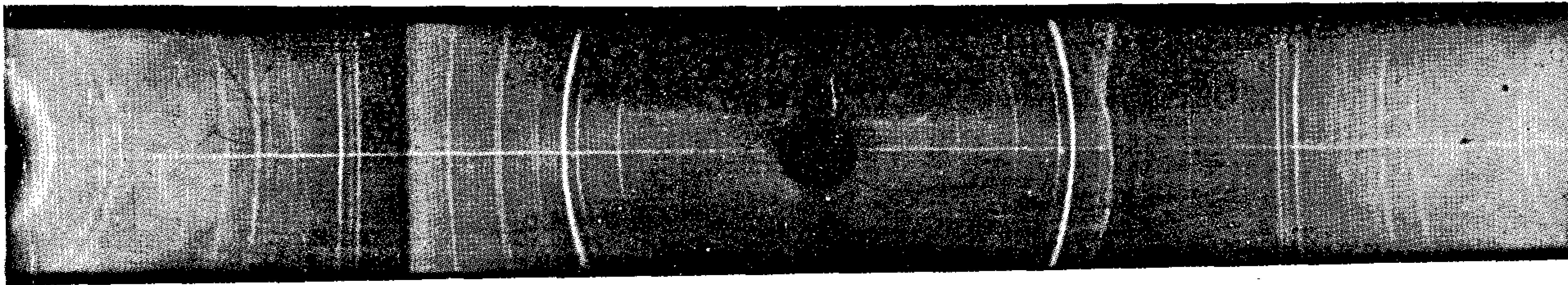


Fig. 5. X-ray analysis (At 900°C for 2hrs).

YPC-60 was used as it is designed specifically for the photomethod of X-ray diffraction analysis. The steel specimens in form of wire were applied for X-ray analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

Neither FeB nor Fe_2B has cubic crystal symmetry. Consequently, diffusion in these materials is of anisotropic nature and grains may exhibit needle-like growth. For both compounds (001) appears as the easiest diffusion direction (5). Substitutional B diffusion can occur in both compounds as a consequence of small homogeneity ranges of about 1 at% (5) in the Fe-B phase diagram or unequilibrium amounts of vaccancies at the boron sublattice. Both sublayers have been shown to exhibit 001 texture (5). Further, it has been found that the Fe_2B (001) texture became increasingly sharp for increasing penetration depth (5). A similar FeB behaviour is probable.

On boriding, first FeB/Fe_2B nuclei develop with more or less randomly distributed orientations.

Thereafter, growth selection because of strong anisotropic diffusion leads to the (011) fibre texture becoming increasingly sharp for increasing penetration depths.

Hence an unequivocal interpretation in terms of diffusion of boron in FeB or Fe_2B is only obtained if the respective needles penetrating most deeply are selected for indication of layer thickness.

The formation of a single Fe_2B tooth type layer is desirable for many industrial applications, because of its lower degree of brittleness compared to the FeB layer.

Consider the projection of the crystal structures of both FeB and Fe_2B onto (001). It follows that B atoms which would move along (001) are less hindered in Fe_2B than in FeB. Substitutional boron diffusion perpendicular to (001) appears possible in Fe_2B. There is a chain of B atoms along (001), and seems likely for net transport of B atoms along (001). As a result it can be expected that diffusion of B is more constrained in FeB followed by Fe_2B.

Figure 1 shows the results of the relation between layer thickkness and bording time at 900°C, 925°C, and 975°C for 1, 2, 3, and 4 hours. From the diffusion relations, it is expected that the depth of penetration is in a linear proportional to the square root of the time as shown in Fig. 2. Hence, the parabolic behaviour of all the curves confirmed the relation. According to Fig. 1, it can be seen that the thickness increases with the temperature. This can be demonstrated by taking the thicknesses arrived after heating 4 hours at different temperatures. These come out to be 0.125, 0.16, 0.21, and 0.23 mm at 900°, 925, 950°C and 975°C respectively. A proposed interpretation for such boriding diffusion may be given: Vacancies and interstitials play an important role. Neighbouring atoms can move into a vacancy. After one such move the new vacancy can receive another atom and the process is continued, the net effect is homogenization. Small atom as boron can diffuse through crystals view interstitial sites. The size of such sites in iron depends on the structure. In case of γ - Fe the radius of the largest void, i.e. the octa hedral one is 0.414 R_{Fe}. On the other hand, in α- Fe the radius of the largest void, i.e. the tetrahedral one is 0.291R_{Fe}. It is expected that the interstitial solid solubility will be rather limited due to the accompanying strain. However, these strains lead to higher diffusion rates (6,7). Photomicrographs of the borided layer obtained at 900° and 975°C for 2 hrs. are shown in Figures (3,4) respectively. They show that borided layers have different structures depending on the boriding temperature; at comparatively low temperature, borided layer has teeth-like structure as shown in Fig. 3. However at 975°C the teeth-like structure is replaced by almost widely distributed grains. Microstructural and X-ray investigations for the same temperatures and time as shown in Figures (5, 6) respectively illustrated that on the surface of borided specimens the phase that may be termed (FeB) was formed and followed by the phase Fe_2B which was closer to the core. The formation of these layers (FeB, Fe_2B) is in good agreement with the Fe-B diagram (7). Figures (5, 6) show that, towards the core, as the thickness of the removed layer increases, some lines fade away until they are completely removed and other lines start to appear. Finally, we are left only with the lines characteristics of the core material. Therefore X-ray analysis results are in good agreement with microstructures results (7, 8). It is remarkable that Fig. 4, (at higher temp. 975°) shows no cracks which means no brittleness is indicated yet. To illustrate the hardness effective role, the following values were determined for borided samples at 900°, 975° for 2 hrs in respective. The hardness at the outer surface ranges from 1700-2300 H, which may allow to state that this is veryy much higher than the hardness attained by any thermo-chemical treatment process. The highest value of the hardness level of Fe_2B layer (near the core) ranges within 850-1200 H, while for non-borided steel, hardness value reaches 160 H.

Finally these results recommend such borided steel

THERMO CHEMICAL TREATMENT OF STEEL BY BORIDING

By
O.A. El-Shahat* and M.H. Dawood**

ABSTRACT

Several specimens of 0.09% C, were immersed in boron carbide at 900°, 925°, 950°, & 975°, for 1, 2, 3, & 4 hours. A mechanism of boriding diffusion reaction reaction is proposed. Higher hardness values on the surface more than those towards the core were obtained. Metallographic and X - ray investigations confirmed the phase formation of FeB followed by Fe_2E. The results recommend to use such borided steel for some machine parts in modern industry that require more surface hardened tools with tough core. Boriding's most prominent technological advantage is the production of a very hard, wear-resistant surface layer on metallic substrates. Industrial boriding is mainly applied to steel and ferrous alloys. For process control in automated installations, knowledge of kinetic parameters of the boriding process is essential.

KEYWORDS

Steel, Boriding, Diffusion, Hardness, Metallography, and X-ray.

INTRODUCTION

The migration of atoms through a solid metallic lattice is known as diffusion (1). Diffusion is utilized in obtaining an alloy surface with certain desirable properties. Carbon, nitrogen, and boron may be caused to diffuse into steel to obtain surface layers high in carbon, nitrogen or boron to give extremely hard, wear resistance surface. Boriding was not practically used for long time due to the high brittleness of the borided layer, but this problem has been recently overcome by decreasing the boriding temperature range 1000 - 1100°C to 950°, - 980°C in which case the problem of brittleness was eliminated (2). Many different techniques are used in boriding such as electrolytic boriding, gas boriding and diffusion boriding (3). Diffusion boriding is increasingly used in various engineering fields (4). It is a very effective thermochemical treatment process besides its low cost.

The diffusion zone in the substrate beneath the compound layer can usually be recognized. It is assumed that:

i) layer growth is rate-controlled by boron diffusion in the FeB and Fe_2B sublayers.

ii) boride-layer growth occurs as a consequence of B diffusion perpendicular to the surface of the specimen.

The B concentration gradient with each sublayer is taken as constant (of the small homogeneity range of about 1 at % of both borides reported in (5).

EXPERIMENTAL

Low carbon steel of 0.09% C was used. Each specimen of dimensions 2 x 10 x 80 mm^3 was polished by emergy paper, degreased, washed and then dried before being borided. A layer about 15 mm of boron carbide was placed at the bottom of the crucible. The cleaned specimen was placed on top of this layer and covered completely with boron carbide. The contents were covered with asbestos. The specimens were borided at 900°, 925°, 950°C and 975°C for 1, 2, 3, and 4 hours. The diffusion layer thickness was determined by metallurgical microscope with graduated lens. Hardness measurements were carried out.

Metallographic investigations and X-ray analysis, namely, for borided samples at 900°C and 975°C for 2 hours are involved. X-ray diffraction unit of type

* Assoc. Prof., Heat Treatment Lab., CMRDI, Cairo, Egypt.
** Research Assistant, Heat Treatment Lab., CMRDI, Cairo, Egypt.

CONCLUSION

The agglomeration process can be achieved by using kerosene as a collector. Particle size, collector dosage, mixing speed, shear duration, and pH are the operating parameters affecting the agglomeration process to different extents.

Critical values for each parameter was evaluated at certain operating conditions. However, the recovery attained by using the kerosene is smoewhat low (80%) compared with that obtained by using diesel oil (90%) for the same operating parameters (6).

REFERENCES

1- Kitchener, J. A., "Principles of Action by Polymeric Flocculants", Br. Plym. J., (1972) Vol. 4 p. 217.

2- Lamer, V. K. and Healy, T. w., "Adsorption-flocculation Actions of Macromolecules at the Solid-liquid Interface", Rev. Pure Applied Chemistry, (1963), Vol. 13 p. 112.

3- Wieslaw, W., Bronistaw, J. and Tomasz, B., "Influence of a Polar Collector on the Contact Angle detachment Force and Work of Adhesion to the Coal Surface in Agglomeration Flotation of a Low Rank coal.", Fuel, (1990), Vol. 69, No. 2 pp 207 - 210.

4- Baran, A. A., Mitina, N. S., and Baichenko, A. A., "Flocculation and Flotation of Fine Coal Slimes with Combined Use of a Polar Reagents and Polymers", Soviet J. of Water Chtmistry and Technology, (1988), Vol. 59, pp. 173-181.

5- Al-Taweel, A.M., Militzer, J.M., Hamdullahpur, F., "Motion of Hydrodynamic Aggregates", Powder Technology, (1989), Vol. 59, pp. 173-181.

6- Abdel Hamid, H. F., "Investigation into the Desulferization of Maghara Coal by the Convertol Process (part one): Agglomeration of Clean Coal Suspension, Journal of the Egyptian Society of Engineers, No. 3, (1985), Vol. 24.

7- Wieslaw, W., Bronistaw, J., and Tomasz, B., "Correlation between Flotation Activity of Coal, the Contact Angle and Stability of the Coal in Alkane Film-air Bubble-water System", The Chem. Eng. J., (1989), Vol. 42, pp. 63-67.

with increasing the mixing speed. However, tremendous stirring, certainly, causes distraction of agglomerates and, hence, decreases the recovery. Furthermore the shearing process causes a rewetting of coal surface with kerosene and accordingly agglomeration of coal particles.

With respect to the shear duration, it was adjusted to take the values of 5, 10, and 20 minutes. All tests were carried out with closed size fraction of -0.2 + 0.1 mm, 300 kg/ton of collector dosage, 500 rpm mixing speed and 6.5 pH.

Fig. 4 illustrates the effect of shear duration and the weight recovery. It indicates a clear maximum recovery at 10 minutes and low recovery at either low or high values of shear duration. Generally speaking, increasing the shear duration resulted in an increase of the weight recovery up to a critical value, beyond which the recovery again goes down. This result may be attributed to the high probability of breaking the agglomerates subjejcted to the high values of shear duration, hence this may lead to lowering the recovery.

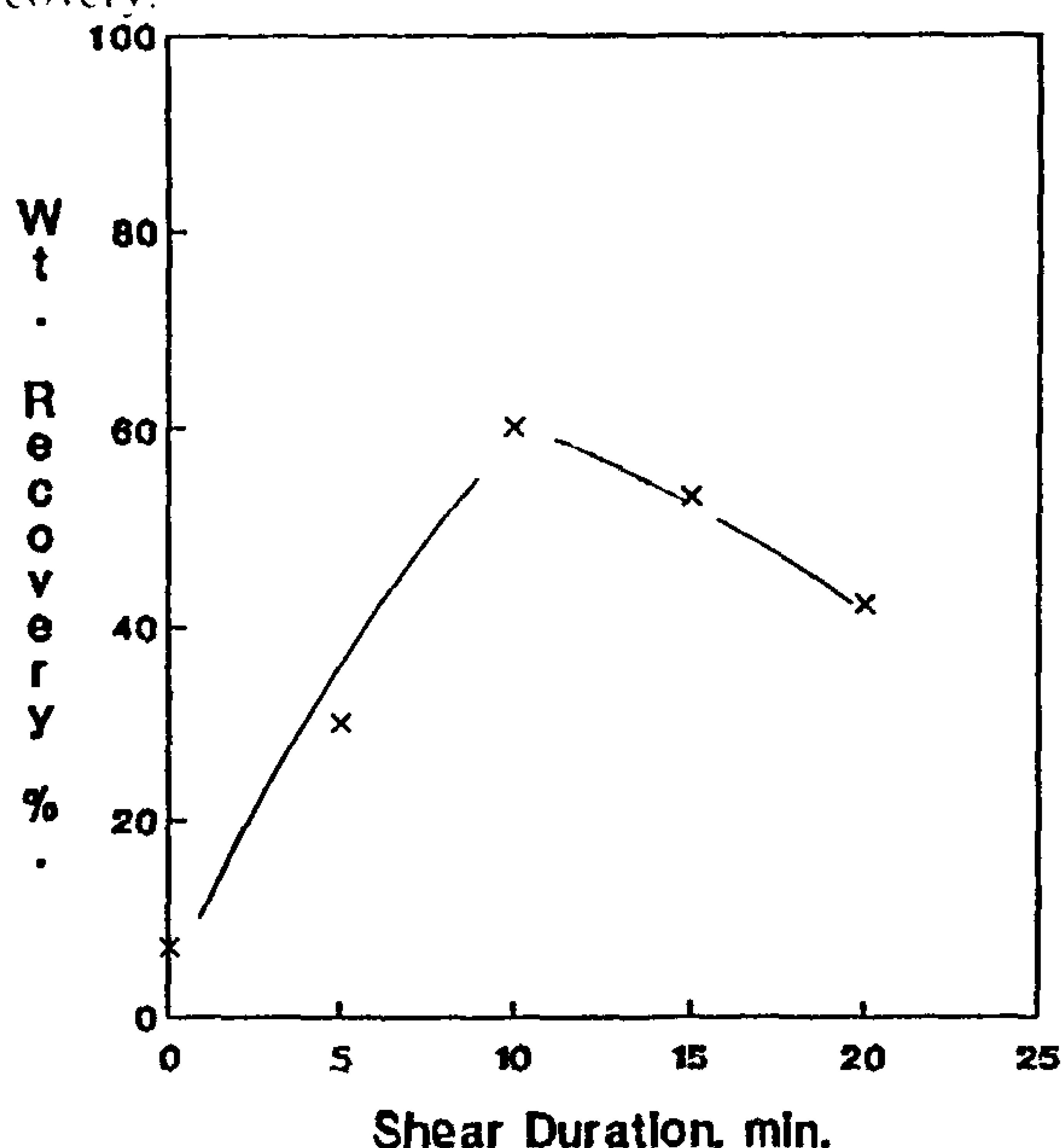


Fig. 4- Effect of shear duration on the recovery of Maghara coal.

Effect of pH and Surface Charge

Fig. 5. shows the zeta potential of MC. particles as a function of pH. Surface charge (moments) were carried out under the same conditions of the oil agglomeration experiments, but without addition of kerosene. Measurements indicated a point of zero charge at about pH 3 and a negative surface charge at higher pH's. Fig. 6 shows the pH as a function of recovery and zeta potential. This set of experiments was carried on at slurry of coal particles -0.2 + 0.1 mm suspended in deionized water, in the ratio of 1% S/L, 300 kg/t of kerosene added as a collector while the mixing speed was 1500 rpm at a shear duration 10 minutes.

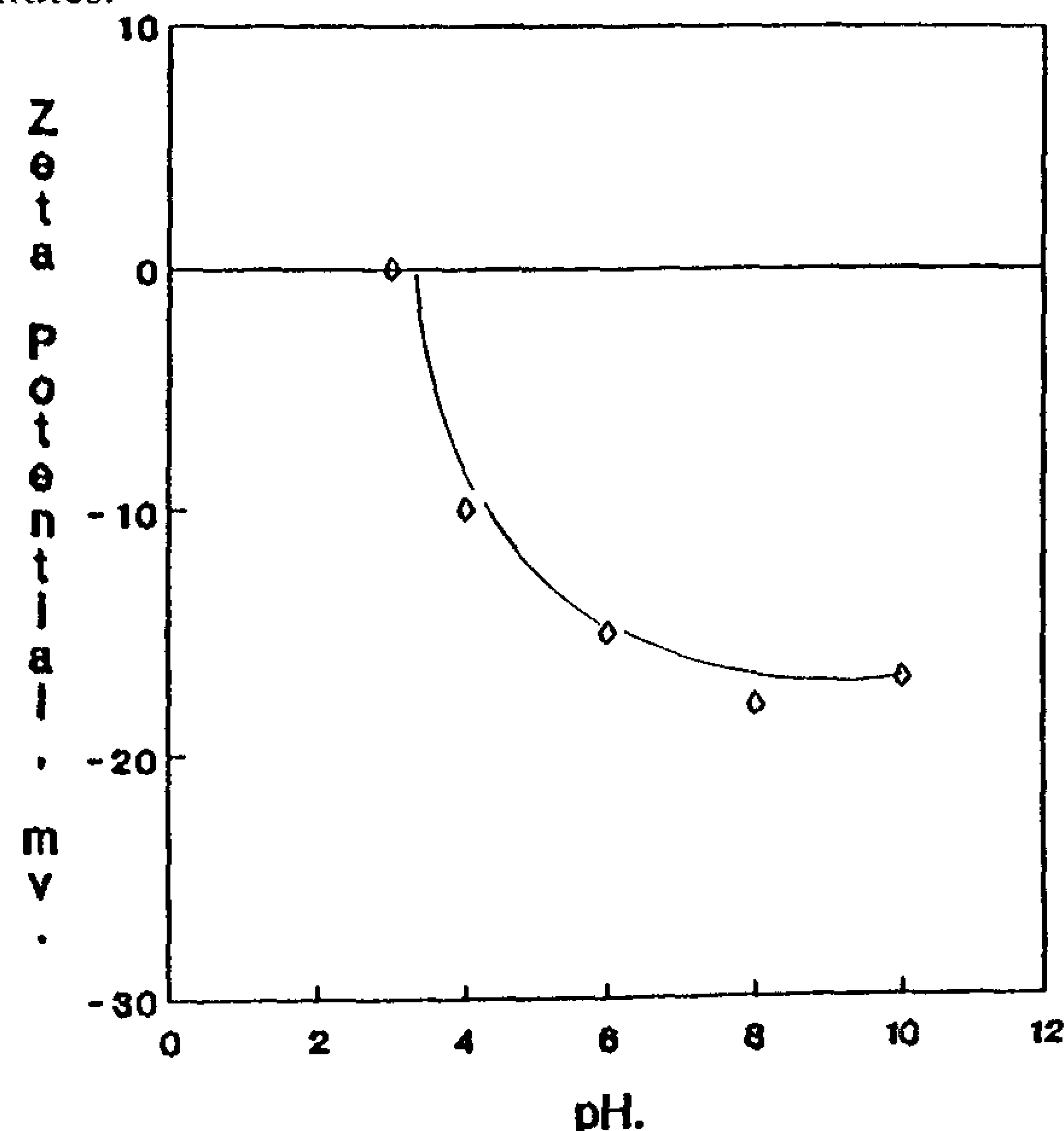


Fig. 5- Zeta potential of M.C. as a function of pH.

It is evident from Fig. 6. that increasing the pH showed a deteriorating effect on recovery. The recovery decreases rapidly at the beginning then continues to decrease at a progressively slower rates. Maximum recovery (about 80%) of coal is attained at pH = 3 while it is levelled out at the value of 40% beyond pH = 4. This pH dependence of coal agglomeration is in accordance with the zeta potential of coal. At zpc coal attains its maximum hydrophobicity and hence its highest adsorption capacity towards kerosene.

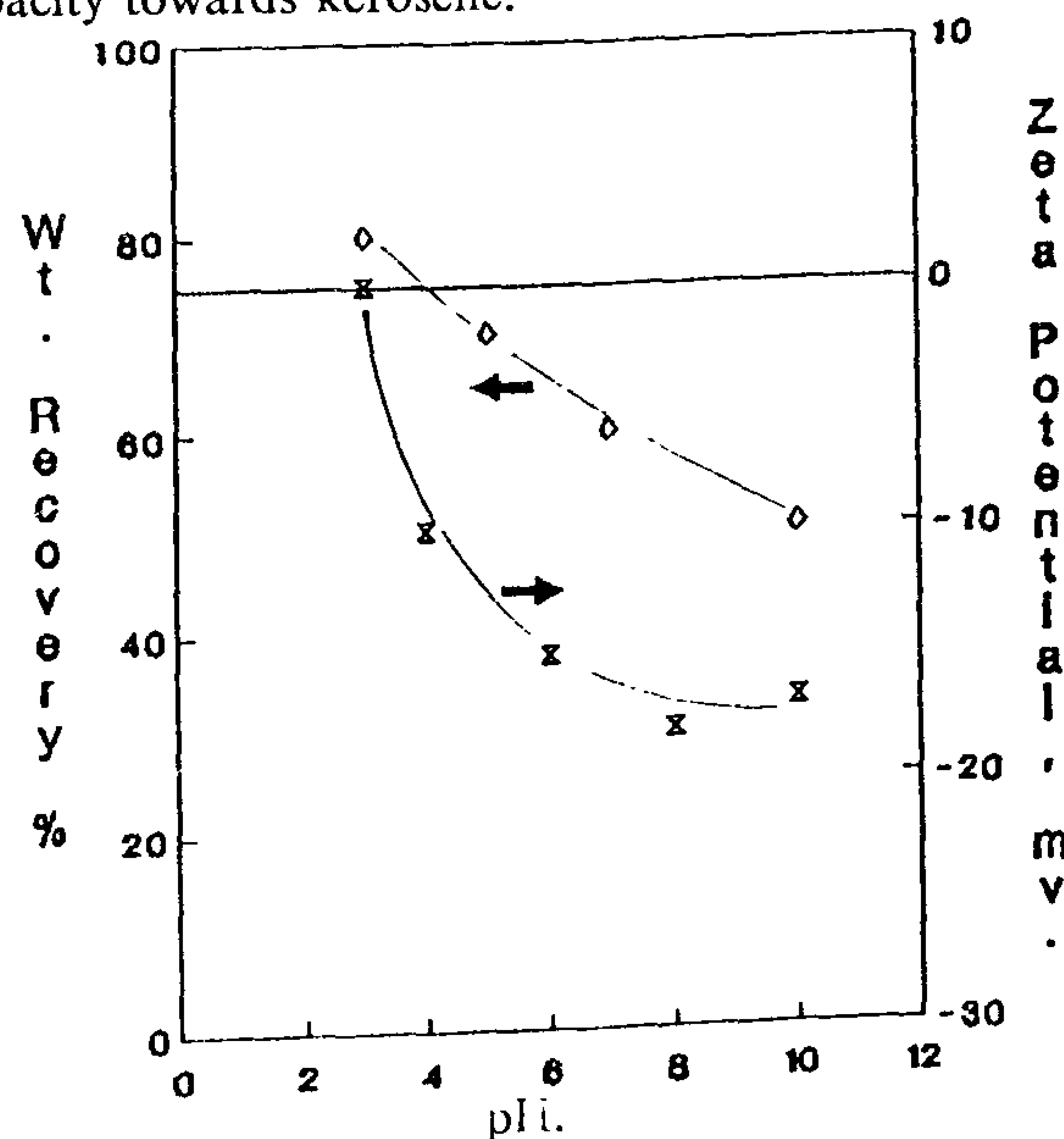


Fig. 6- Effect of pH on the recovery of Maghara coal.

particles has been attributed to the lower probability of collision arising from hydrodynamic and inertial factors. From the results obtained the size - 0.2 +0.1 mm was selected to be the optimum size fraction for all succeeding experiments since it was found that size fraction has a good recovery and high ash content.

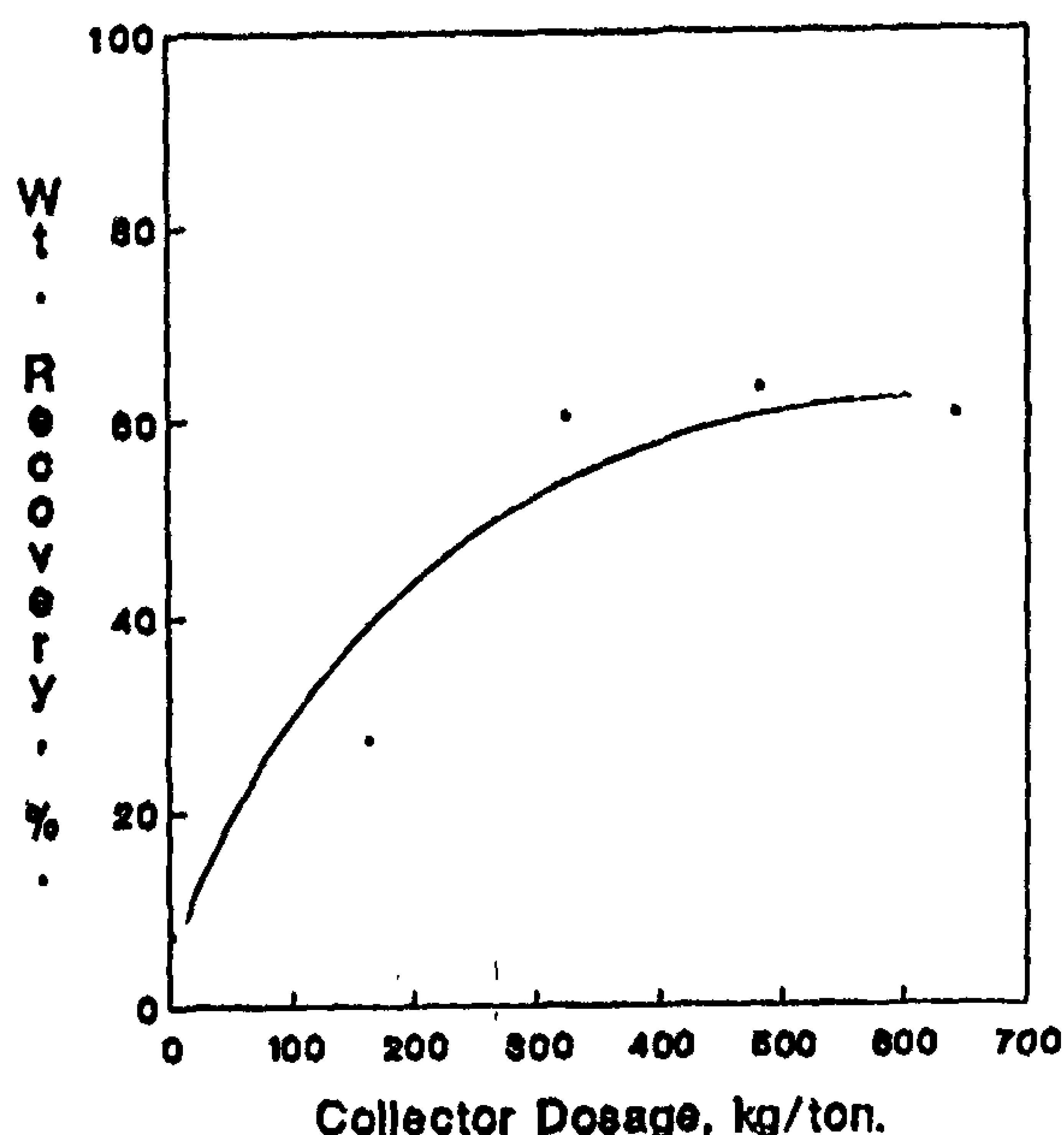


Fig. 2- Effect of collector dosage on the recovery of Maghara coal.

Effect of Collector Dosage

Five levels of collector dosage, namely, 0, 160, 320, 480, and 640 kg/t were chosen to evaluate the effect of that parameter with weight recovery of tested coal, while all other operating parameters were kept constant at the previously mentioned values. Fig. 2 indicates that increasing the collector dosage increased the weight recovery of coal. The increase was rapid when the collector dosage was changed from 0 to 320 kg/ton raising the coal recovery from about 7% to about 60% respectively. Further increases of collector dosage do not cause significant changes in the weight recovery. In other words the more kerosene addition, up to 640 kg/ton, the more improvement of the agglomerates size and accordingley the coal recovery, and large losses of coal in the reject occur only with the lowest collector consumption. This may be attributed to an increase in hydrophobicity of coal surface and therefore an increase in the probability of a stable contact between coal particles In addition weak agglomerate is usually accompanied with the formation of small agglomerates which lead to losses in screening and therefore to a lowering of recovery. On the other hand the unchanged behaviour of recovery with collector dosage above 320 kg/t may be due to the selectivity of the aggregates of fines which is virtually unchanged with increasing collector and this assumption coincides with the results obtained by Wieslaw et al. (7).

Effect of Mixing Speed and Shear Duration

These two parameters are closely related to each other and represent together, the work to be done in order to cause a re-wetting of coal surface with kerosene and accordingly the agglomeration of coal particles. Shear duration can therefore be reduced by increasing the shear intensity (6).

In order to investigate the effect of each of those two parameters on the agglomeration of coal, two series of tests were conducted. In the first series, four levels of mixing speed were selected; namely, 750, 1500, 2250, and 3000 rpm while all other operating variables were kept constant.

Fig. 3 shows the mass recovery as a function of mixing speed. The results show that the coal recovery goes throuth a maximum at 1500 rpm mixing speed after which it declines steadily by increasing the mixing speed. This is interpreted due to the drag coefficient of hydrodynamic agglomerates, which is mainly influenced by Reynolds number resulting from the relative motion between agglomerates and surrounding fluid phase. In addition, larger interparticle collision rates are generated by turbulent flow, hence, faster agglomeration and better recovery

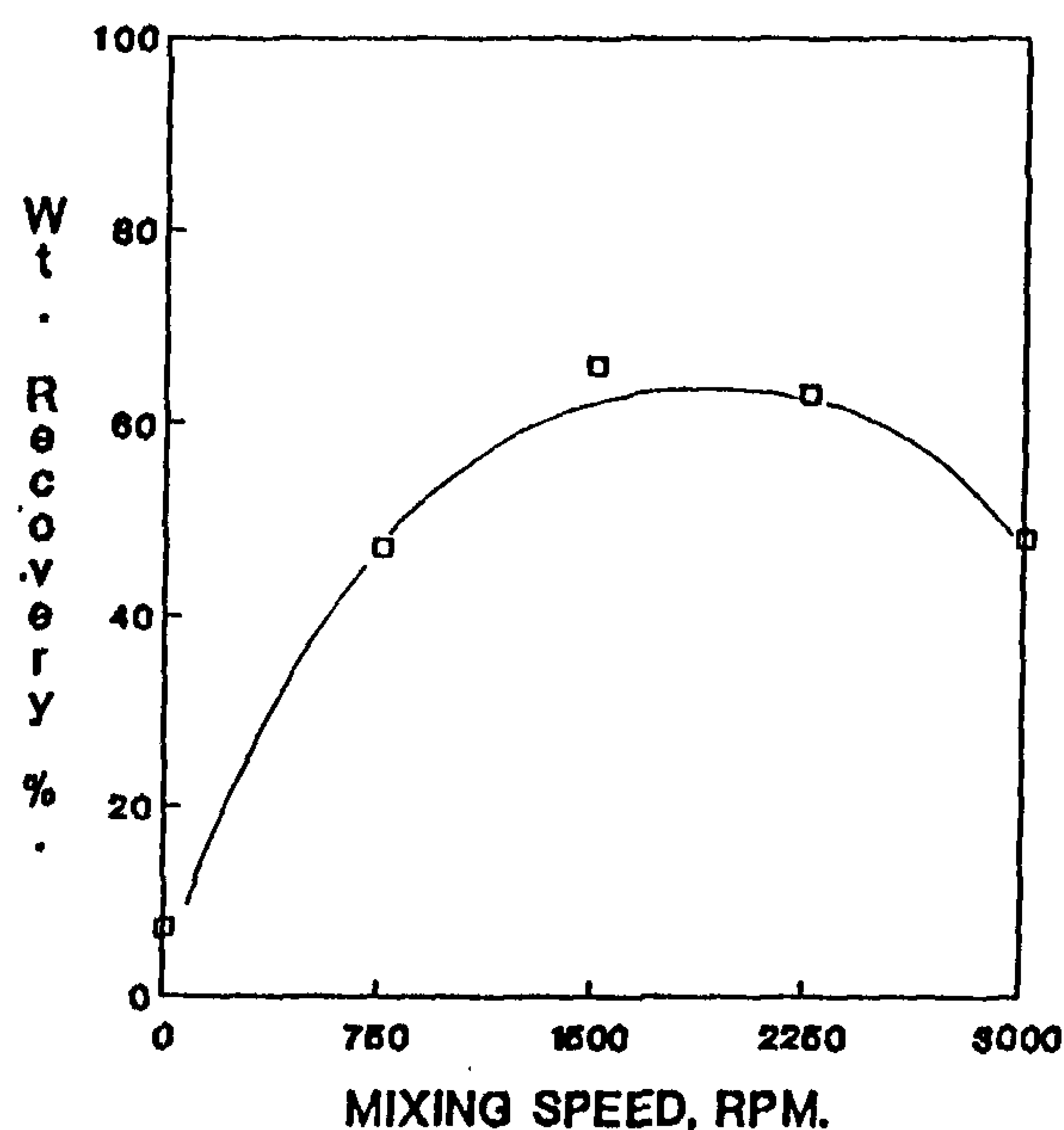


Fig- 3 - Effect of mixing speed on the recovery of Maghara coal.

with time, and also due to their great specific surface area (4).

The tendency of particles to aggregate as a result of interparticle forces (Van der Waals, electrostatics, etc.) is well known and has been taken advantage of in many industrial application. The resulting aggregates (often referred to as flocs, agglomerates, ... etc.) have setting and slip velocities much higher than those of single particles. Such instabilities are widely reported in the literature (5). The effect of oil hydrocarbons on the agglomeration of fine coal has been studied (6), and the results showed that the agglomeration of particles and recovery was the highest at pH3. Zeta potential or electrokinetic potential depends to a large extent on the ionic concentration in the surrounding media. Zeta potential is greatly affected by pH and collector dosage which may cause a change of polarity of mineral surface (6). In addition, the recovery decreases with increasing pH while the recovery is less affected by pulp density, oil density, shear intensity, and shear duration. With respect to the effect of agitation larger interparticle collision rates are generated by turbulent flows, hence, faster agglomeration occurs.

This study is a trial to evaluate the effect of using kerosene as a collector in agglomeration process in coal industry and to investigate the different parameters which may affect this process. Some operating parameters were selected to be under investigation.

MATERIAL AND EXPERIMENTAL METHODS

The experimental work was conducted on a collected coal from Maghara area (Sinai). Maghara coal (MC) is a high volatile bituminous coal. MC seam has an average thickness of 1.35 m. The upper horizon section, from which the sample is taken, has an ash content of about 10%, sulfur 3.5%, volatile matter 50%, fixed carbon 36%, and moisture 4%. A split sample of 5 kg. was prepared from the bulk sample using the technique of coning and quartering and then this sample was already subjected to dry grinding and screening. The - 0.5 + 0.3 mm, - 0.3 +0.2 mm, -0.2 + 0.1 mm and -0.1 mm size fractions were selected to be used in this investigation. Tested size fraction was diluted to 1% by weight (solid/liquid), using distilled water, and subjected to mild agitation in the conditioning 1 liter glass beaker for a retention time of up to 5 minutes, and agitation rate of 2500 rpm. The mixing is attained by a stirrer driven at a variable rate of revolutions (300 rpm - 3600 rpm). The pH of the pulp was adjusted within the period of wetting to the required value using HCl and NaOH.

The required amount of the collector (kerosene) was then added to the coal slurry and agitated to cause a phase inversion and agglomeration of coal particles. The agglomerated coal slurry was then poured onto a 0.8 mm sieve and the agglomerated coal collected over the screen was washed thoroughly with fresh water, dried in a drying oven for about 10 hr. at 110°C and then weighed to evaluate the recovery percent which was selected to be the judging index.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of particle size, collector dosage, mixing speed, shear duration, and pH on the agglomeration process have been studied. The effect of each of the above mentioned parameters on the recovery of coal has been investigated each at a time while the other variables were kept constant.

Effect of Particle Size

Initially, the effect of particle size on the agglomeration of coal was tested and the behaviour for different grain sizes is shown in Fig. (1). In this set, four size fractions were tested; namely - 0.5 + 0.3 mm, -0.3 + 0.2 mm, -0.2 + 0.1 mm and - 0.1 mm, while the other operating conditions (collector dosage, mixed speed, shear duration and pH) were kept constant at the values of 300 kg/t, 1500 rpm, 10 minutes and 7, respectively.

The results showed that the size fraction - 0.5 + 0.3 mm had a maximum recovery (about 75%) while minimum recovery (about 40%) was attained for the finest size (-0.1 mm). The lower recovery of fine

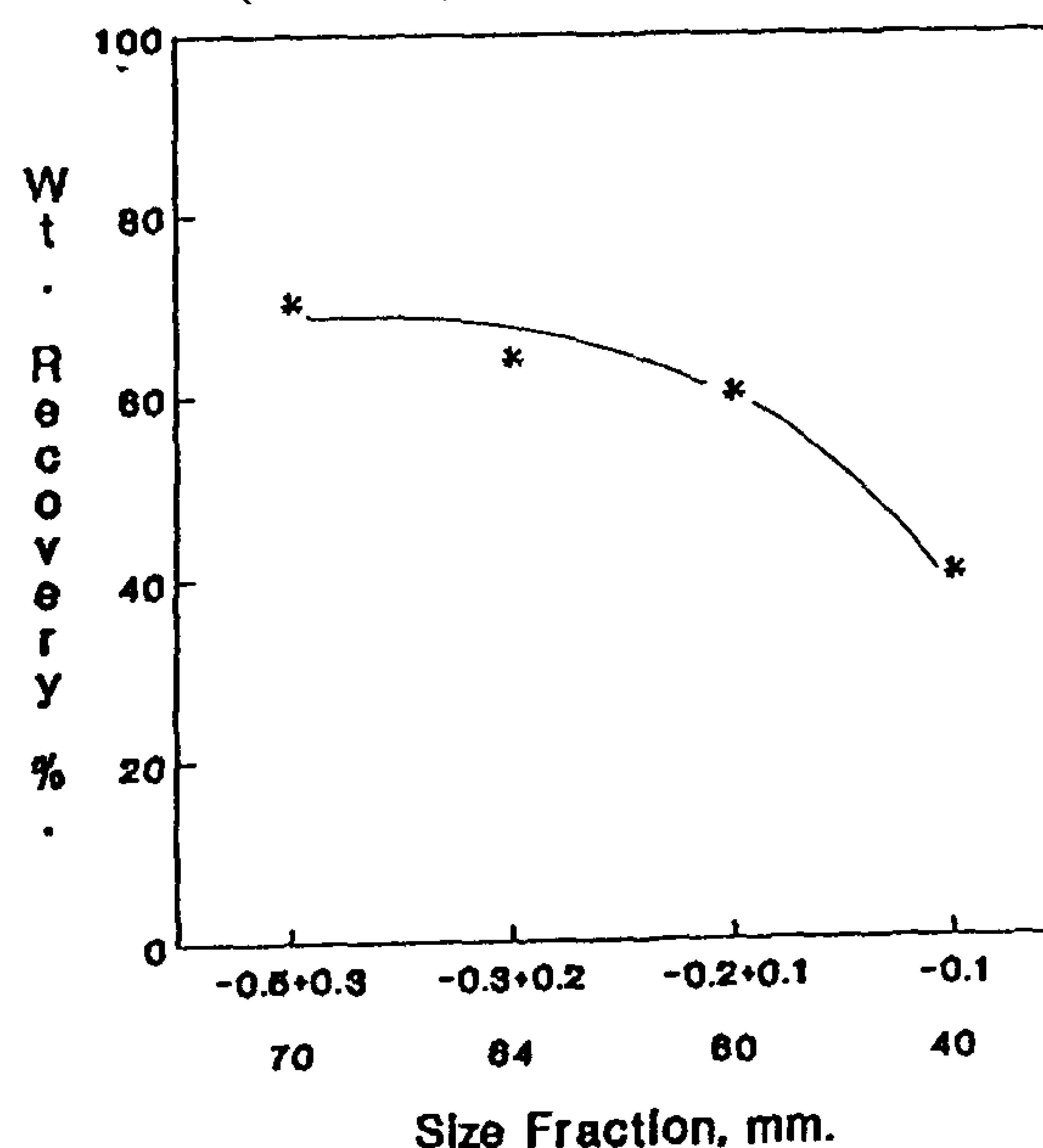


Fig. 1- Effect of particle size on recovery of Maghara coal.

Parameters Affecting Oil Agglomeration Of Maghara Coal

By
S.E.EL Mofty,* T.A. Taha ** and, M.R. Moharram***

ABSTRACT

Effect of different parameters on the oil agglomeration of Maghara coal (Sinai) using kerosene as a collector was studied. Shear intensity and duration, particles size, pH and collector dosage are examples of such parameters. All mentioned parameters were found to have effect on the agglomeration efficiency. An agglomerate recovery of 80% was achieved.

Key Words

Oil Agglomeration, Flocculation, Coal, Electro-kinetic.

INTRODUCTION

Solid/liquid separation processes play a major role in most of the resources and many of the secondary and tertiary industries. The coal industry is no exception. Since almost all existing coal preparation processes involve water as the carrying medium, solid particulates / water suspensions present one of the main problems for the solid\liquid separation.

Recently, attention has been paid to improve economical and technical solid-liquid separation in the coal industry. This effort was motivated by increasing the amounts of fines of high ash content as a result of introducing mechanization in mining. Furthermore progressively stringent environmental regulations worldwide added to the urgency of dealing with this problem. Recent literatures are full of reports on the use of various aids to enhance solid-liquid separation. Flocculants in the form of high molecular weight water-soluble polymers are commonly considered as effective solutions for the enhancement of the separation process. Flocculants produce aggregation by physically tying particles together. The water-soluble, "long-molecule" polymers in water adsorb simultaneously on different particles by what is postulated by some authors (1,2) as bridging mechanism.

Hydrocarbons are used as collectors to act as wetting agent of coal particles and hence improve the selectivity and recovery of the coal agglomeration process. The technique can be achieved by oils or kerosene as collectors. Kerosene is a mixture of different hydrocarbons and hydrocarbonization of the coal surface with kerosene results in adsorption of its component hydrocarbons. Although a large number of research papers had been concerned with the oil agglomeration there are only few dealings with the effect of kerosene.

Kerosene was evaluated as to its effectiveness in agglomerating a fine coal. The influence of polar collectors on the contact angle, detachment force, and work of adhesion for different size fractions to the coal surface in agglomeration/flotation of low rank coal were tested, by using kerosene as the collector (3). It was cited in the same reference that the mass of concentrate and the amount of coal in concentrate increased as the dosage of kerosene increased.

It was reported in the literature that combined use of polar flotation reagents (kerosene and butyle alcohol) and polymeric flocculants significantly intensified the process of flocculation of fine coal slimes and permits a simultaneously improvement of selectivity of extraction of coal from slurry. The adsorption of kerosene by coal particles increases

* Lecturer, Coal Research Lab. Energy Center, Faculty of Eng., Cairo Univ.

** Associate Professor, Faculty of Eng., Al Azhar Univ.

*** Professor, Faculty of Eng., Al Azhar Univ.

11- Thomas, J.M. ; Thomas, W.J., "Introduction to the Principles of Heterogeneous Catalysis", 1960, Chapter 8, p. 422.

12- Ryland, L.B. ; Tamale, M.W. ; Wilson, J.N., "Catalysis", 1960, Vol. VII, PP. 1 - 91, Reinhold Publishing Corp., New York.

13- Greens Felder, B.S. ; Voge, H.H.; Good, G. M. Ind. Eng. Chem. 1949, 41, 2573.

14- Hansford, R.C., PP. 1-30 in "Advances in Catalysis", Vol. IV, Edited by Frankenburg, W.G.; Komurewsky, V.L.; Rideal, E.K. Academic Press, New York, 1952.

15- Winfield, M.E., "Catalysis", Vol. VII, Chap. 2, Reinhold Publishing Corp., New York, 1960.

16- Orio, O.A. ; Herrero, E.R.; Perez, C.F.; Lopez, A.F.; Anunziata, O.A. An. Asoc. Quim. Argent. 1984, 72 (5), 483-92.

17- Topchieva, K.V. ; Yun-Pin, K.; Smirnova, I.V. Advan. Catalysis 1957, 9, 799.

18- Parry, E.P. J. Catal. 1963, 2, 371.

19- Hirschlev, A.E.; Symposium on Mechanisms of Heterogeneous Catalysis, Am. Chem. Soc. 1966.

20- Fahim, R.B. J. Appl. Chem. 1969, 19, 356-358.

21- Ayad S., El Khatib S.A. & Ghattas M.S., in Press (1990).

22- Darais Wamy, L.K.; Tajbl, D.G. Catalysis Rev. Science and Enging. 1974, 10 No. 2, 177.

23- Tannous, M. Kh. M.Sc. Thesis, Fac. of Enging., Cairo Unive. (1976).

24- Corma, A. ; Wojciechowski, B.W. Catal. Rev., Sci. Eng. 1982, 24, 1.

25- Dyal, R.S.; Hendricks, S.B. Soil Sci. 1950, 69, 421.

26- Dutta, R. ; Gupta, V.K. India J. of Techn. 1978, 16, 416-418.

27- Fikry, H.K. Seventh Arab Petroleum Congress. Kuwait (1970).

especially at temperatures below 300°C. Also, at higher temperature, the prepared catalysts exhibit higher degrees of ethanol dehydration where the AN is the most efficient, being, more or less, similar to the synthetic catalyst.

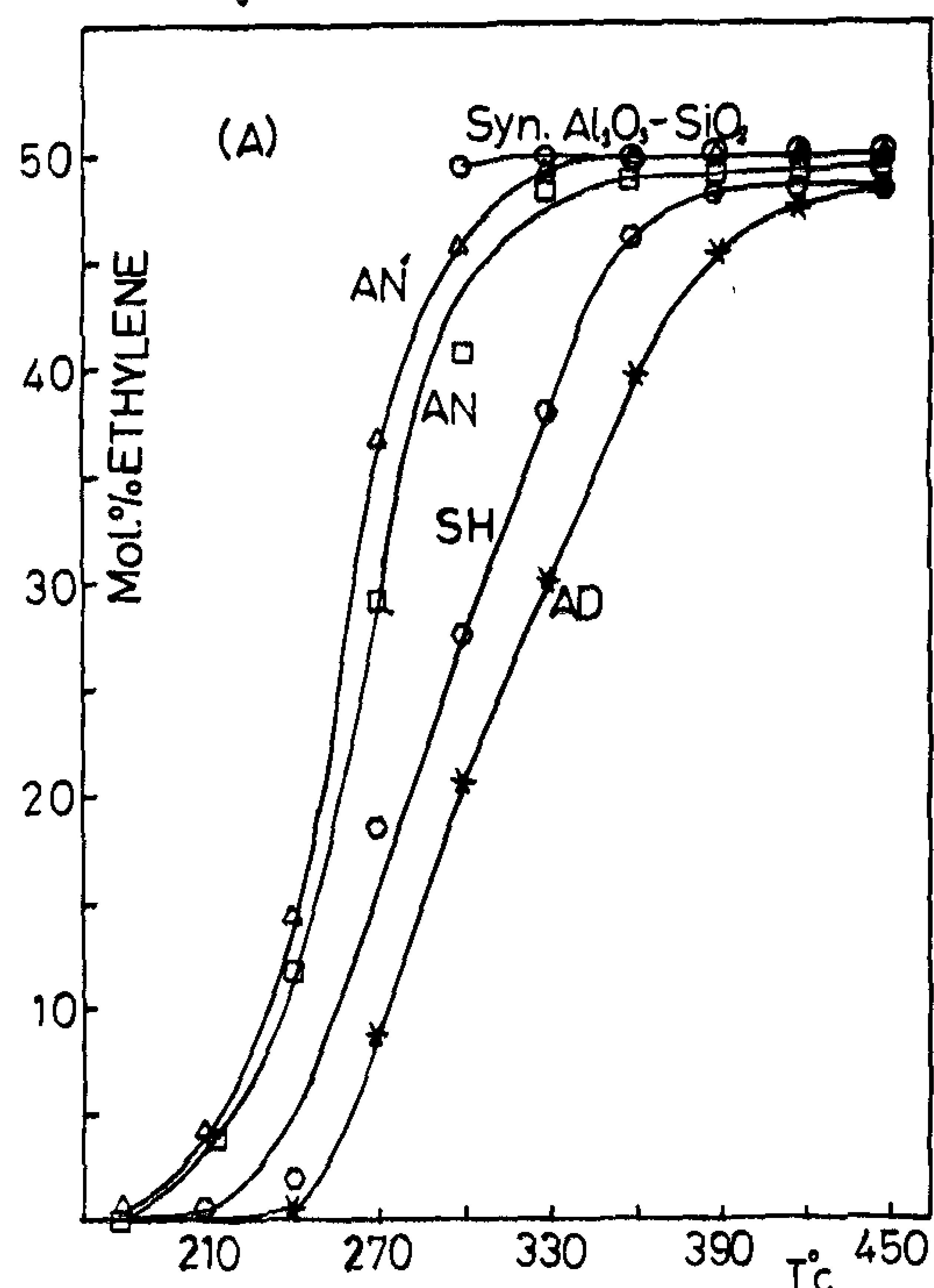


Fig. 4 (A) : Mol. % ethylene produced during the dehydration of ethanol over synthetic Al_2O_3 - SiO_2, AN, AN, SH and Abu El-Darag.

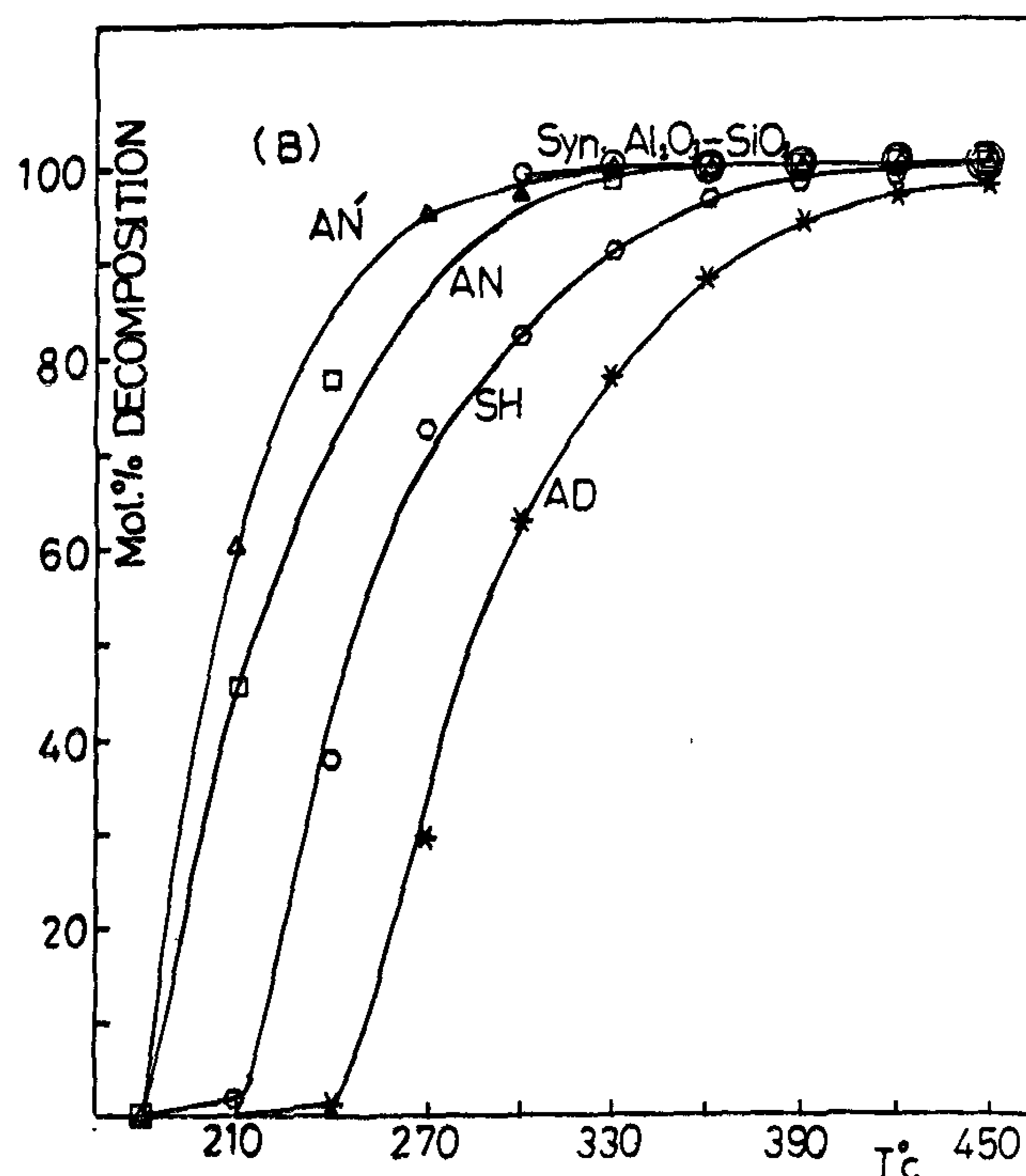


Fig. 4 (B) : Mol. % decomposition products of ethanol over synthetic Al_2O_3 - SiO_2, AN, AN, SH and AD.

REFERENCES

1- De, Mourgues; Barthomeuf, D. Figueras, F.; Parrin, M. ; Trambouze, Y. ; Prettre, M. Proc. Int. Congr. Catal., 4th 1948 (Pub. 1971), 2, 1987 - 94.

2- Arai, H.; Take, J.I. ; Saito, Y.; Yoneda, Y. J. Catals 1967, 9, 146 - 153.

3- Arai, H. ; Saito, Y. ; Yoneda, Y. Bull. Chem. Soc. Japan 1976, 40, 312.

4- Saito, Y. ; Nhyama, H. J. Catalysis 1987 , 106, 329 - 336.

5- Miale, J. N. ; Chen, N. Y. ; Weisz, P.B. J. Catal. 1966, 6, 278.

6- Best, D.A. ; Wojciechowski, B.W. Ibid. 1977, 47, 11.

7- Frillette, V.J. ; Weisz, P.B.; Golden, R.L. J. Catal. 1962, 1, 301.

8- Richardson. J.T.J. Catal. 1967, 9, 182.

9- Voge, H.H., "Catalysis", Vol. VI, pp. 407-493, Reinhold Publishing Corp., New York, 1958.

10- Houdry, E. ; Joseph, A. Bull. Assoc. Franc. Techniciens Petrole 1956, 117, 177.

rich) is much more selective in the lower temperature range. Taking into account the results of both cumene cracking and dehydration - decomposition, the AN seems to be the best among the three catalysts studied, more specifically as a cracking catalyst.

Catalytic Activity of the Clay Catalysts as Compared to that of an Industrial Synthetic Alumina Silicate Catalyst

To evaluate the catalytic activity of the prepared catalysts (AD, SH, AN), an industrial synthetic aluminosilicate catalyst (Yfa catalyst, factory, USSR) was chosen and tested in the same reactions, namely, cracking of cumene and dehydration-decomposition of ethanol. A fourth catalyst has been prepared from the Anqabia clay using the same conditions but the acid treatment was done by a 10% H_2SO_4 concentration. This catalyst is denoted as AN'. The results obtained on synthetic aluminosilicate sample in both reactions are summarized in Table 3. For the purpose of comparison, the obtained results on the catalysts under investigation are collected with those of the synthetic catalyst in Figs. 3 and 4 in cumene cracking and ethanol dehydration-decomposition, respectively.

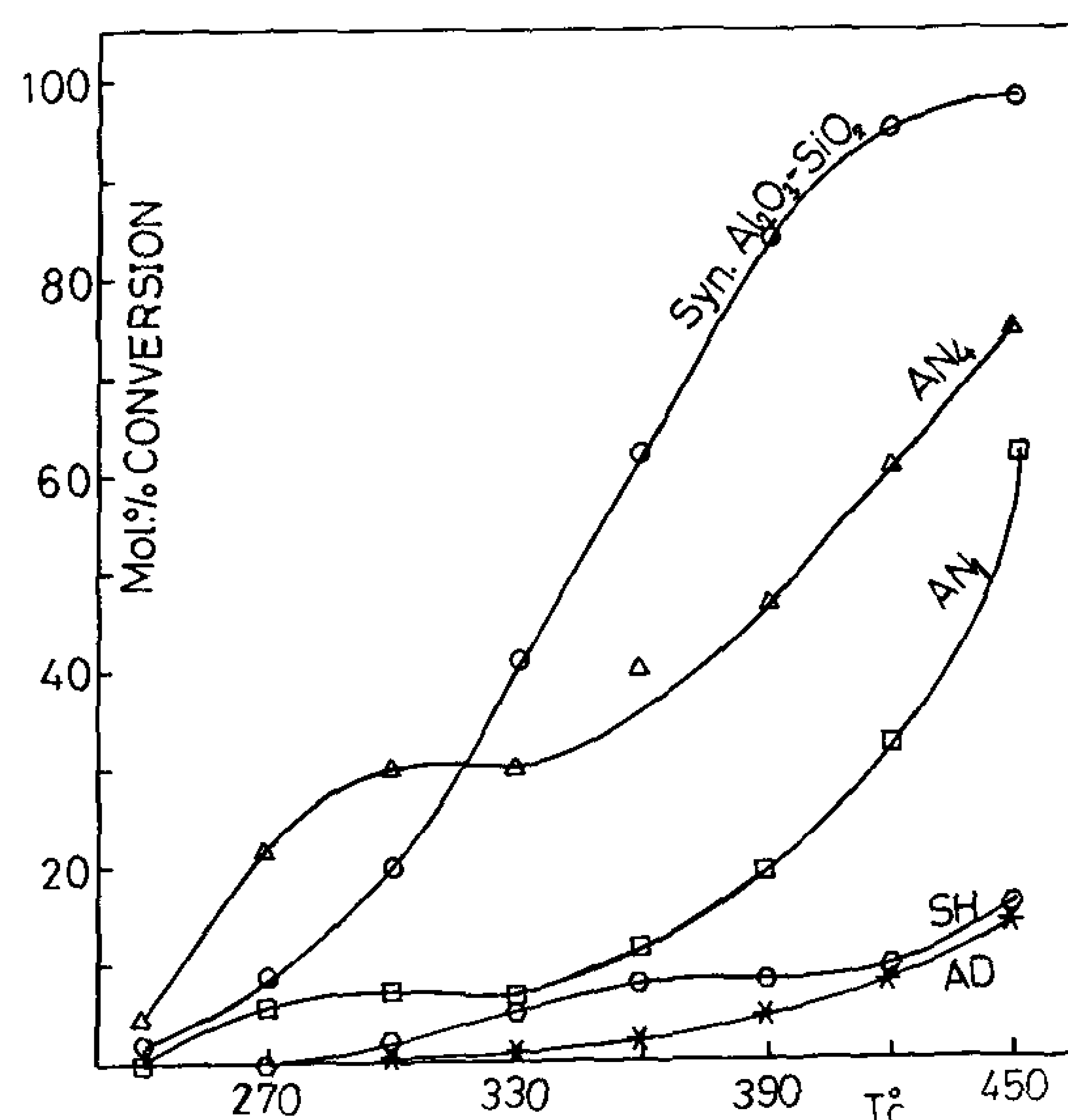
Table 3- Product distribution of cumene and ethanol dehydration - decomposition over synthetic Al_2O_3 - SiO_2.

Reaction mol% T°C	Cumene Cracking C_3H_6	C_6H_6	Ethanol Dehydration - Decomposition C_2H_4	MeCHO	EtoEt	H_2O
240	0.04	2.2	–	–	–	–
270	2.1	7.1	–	–	–	–
300	5.7	14.3	47.6	1.5	1.1	48.7
330	12.2	28.8	50.0	–	–	50.0
360	19.2	42.5	50.0	–	–	50.0
390	28.2	55.8	50.0	–	–	50.0
420	32.7	61.7	50.0	–	–	50.0
450	35.8	62.2	50.0	–	–	50.0

As to the cracking of cumene, the industrial catalyst gave a total conversion of 98.5%.

Close examination of Fig. 3 indicates that the AN' sample is more active than the synthetic one at temperatures below 320°C. At temperatures higher than 320°C. the synthetic catalyst is more active over the whole range of reaction temperatures. It is to be noticed that this synthetic catalyst does not exhibit any kink similar to the AD clay catalyst (Abu El-Darag clay), both being homogeneous in structure and composition.

The synthetic catalyst is amorphous material, having almost high surface area (210 m^2/g) and large pore size distribution (36°A). The AD catalyst, consists mainly of kaolinite. In order to interpret the large discrepancy in catalytic behaviour of these two catalysts (the synthetic sample is highly active, whereas AD shows marked low activity), It is worthy to remind that, cumene cracking is accompanied by carbon deposition which deactivates the clay catalyst; this phenomenon being absent in the case of synthetic catalyst (11, 27). The same should be mentioned for the most active prepared catalyst sample (AN'), yet its cheapness as naturally occurring clay beside the simplicity of its activation and regeneration (27) run in favour of its use over the synthetic aluminosilicate catalyst.



Fig, 3 - Mol. % conversion of cumene over :
1- Synthetic Al_2O_3 - SiO_2
2- AN_4 (Anqabia clay treated with 10% H_2SO_4 acid)
3- AN_1 (Anqabia clay treated with 20% H_2SO_4 acid)
4- SH (Sheikh Fadl clay treated with 20% H_2SO_4 acid)
5- AD (Abu El-Darag clay treated with 20% H_2SO_4 acid)

With respect to the ethanol dehydration-decomposition (Fig. 4), the synthetic catalyst is not selective at temperatures below 300°C, after which it is almost completely selective. At temperature below 300°C, numerous products other than ethylene, acetaldehyde and ether are formed. This causes the calculation of the mol. % products almost impossible. As to the prepared catalysts, they show continuous increase of dehydration from 180 - 450°C giving only ethylene, acetaldehyde, and ether, which reveal their more selective character than the synthetic catalyst,

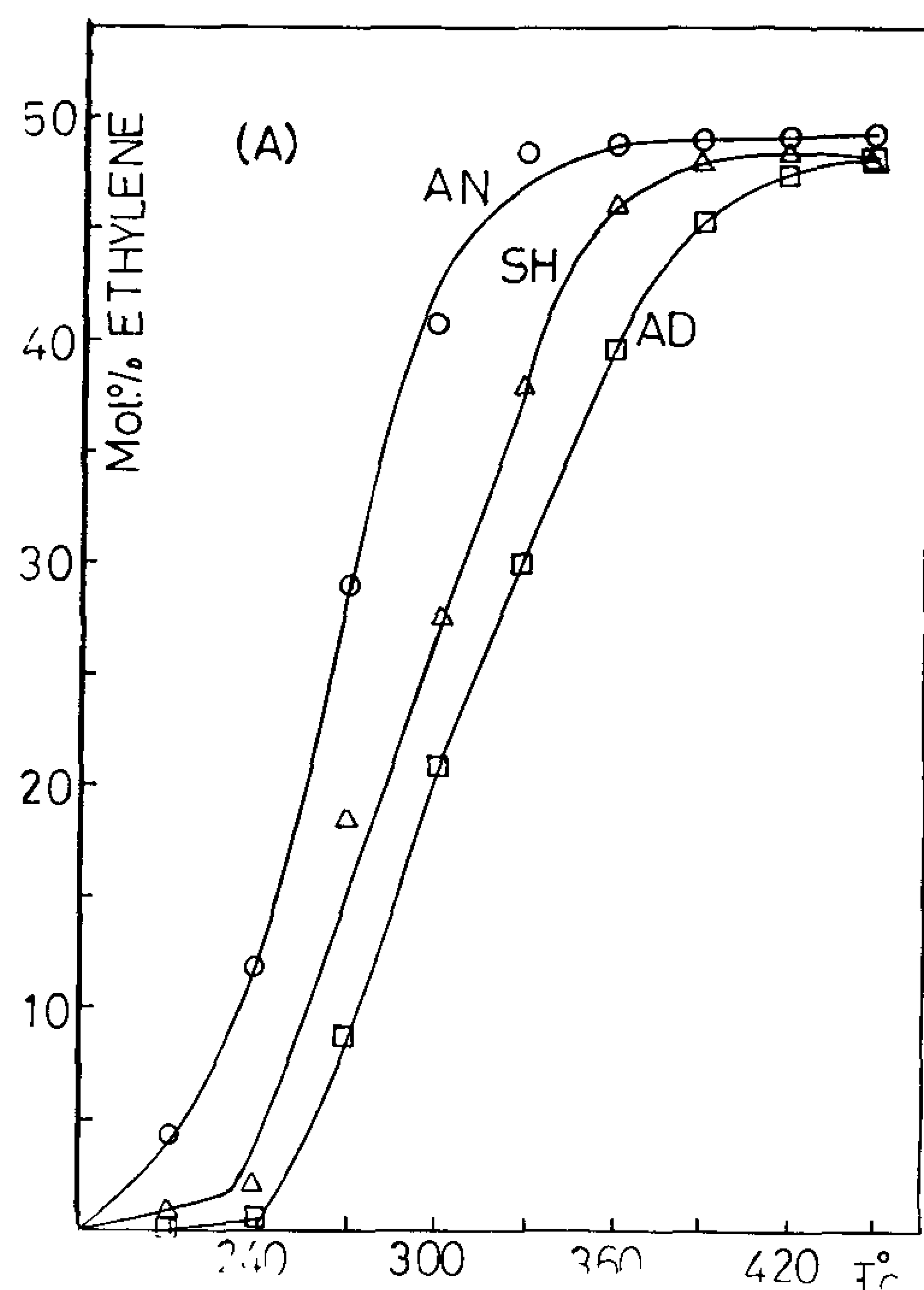


Fig. 2 (A) : Mol. % ethylene produced during the dehydration of ethanol over the clays, AN, SH, and AD.

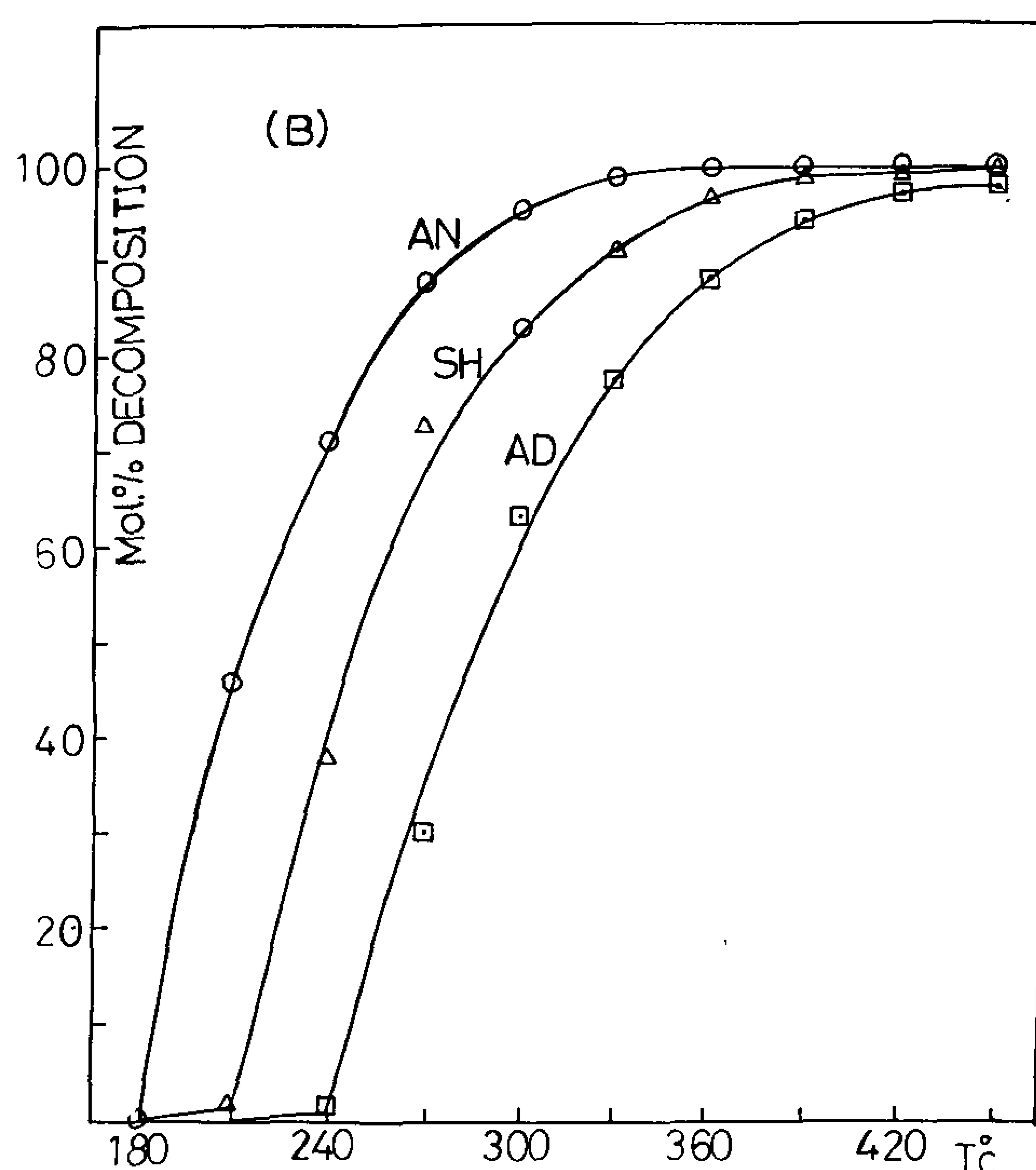


Fig. 2 (B) : Mol. % decomposition products of ethanol over the clay catalysts AN, SH and AD.

in the order, AN, SH, AD, which is related clearly to the montmorillonite content, i.e., the activity increases with the increase in montmorillonite content. The dehydration-decomposition of ethanol starts at 180°C over AN and SH, and at 210°C over AD catalyst. At higher temperatures (390-450°C), the three catalysts possess nearly complete dehydration. In 1978, Dutta and Gupta (26) indicated that only montmorillonite and pyrophyllite are selective to catalyze decomposition of ethanol. The results of the present work showed that even the AD catalyst can be used for the dehydration of ethanol although it is made essentially of kaolinite.

It can, thus, be concluded that the three catalysts are very efficient in both dehydration and decomposition of ethanol, where the AN (montmorillonite-

Table 2 - Product distribution of ethanol dehydration - decomposition over the clay catalysts, AN, SH, and AD.

Sample	AN				SH				AD			
T° C	C_2H_4	MeCHO	EtOEt	H_2O	C_2H_4	MeCHO	EtOEt	H_2O	C_2H_4	MeCHO	EtOEt	H_2O
210	4.3	—	18.8	23.1	0.7	0.9	—	0.7	—	—	—	—
240	11.8	4.4	21.7	33.5	1.9	2.1	16.3	18.2	0.6	—	—	0.6
270	29.1	4.7	12.9	47.0	18.5	4.3	16.3	34.7	8.8	1.3	5.6	14.4
300	40.9	3.3	5.2	46.1	27.6	2.9	12.5	40.0	20.9	1.6	10.2	31.0
330	48.5	1.3	0.4	48.9	38.1	2.5	6.4	44.6	29.9	1.8	8.3	38.2
360	49.3	1.4	—	49.3	46.2	2.3	1.3	47.5	39.8	1.8	3.7	43.4
390	49.1	1.7	—	49.2	48.2	2.4	0.2	48.4	45.5	1.8	0.9	46.4
420	49.2	1.6	—	49.2	48.7	2.4	—	48.7	47.6	1.9	0.3	47.8
450	49.4	1.2	—	49.4	48.4	3.1	—	48.5	48.5	1.7	0.1	48.5

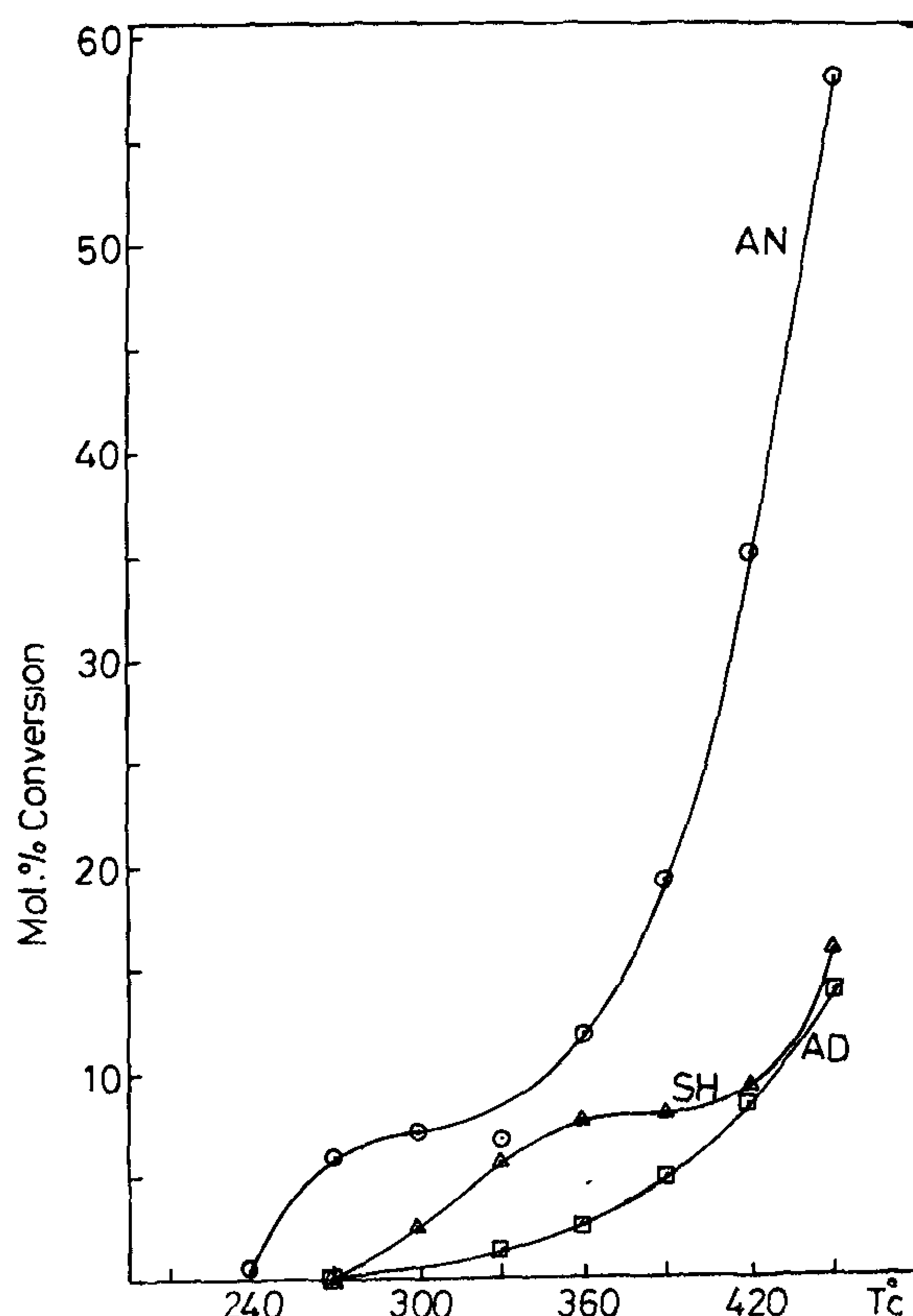


Fig. 1 - Mol % conversion of cumene over the clays AN, SH and AD. (AN, Anqabia clay, SH, Sheikh Fadl clay, and AD, Abu El-Darag clay).

Table 1- Product distribution of cumene cracking over the clay catalysts AN, SH, and AD (Anqabia, Sheikh Fadl and Abu El-Darag, respectively), activated by calcination at 450°C, treatment with 20% H_2SO_4 acid and the recalcination at 450°C; the clay : Acid ratio being 1 : 2

	AN		SH		AD	
T° C	C_3H_6	C_6H_6	C_3H_6	C_6H_6	C_3H_6	C_6H_6
240	—	0.5	—	—	—	—
270	0.8	5.2	—	—	—	—
300	1.2	6.1	0.3	2.2	—	—
330	1.8	5.0	0.9	4.8	0.3	0.5
360	3.7	8.2	1.8	6.0	0.8	0.4
390	6.7	12.7	2.4	5.6	1.9	3.1
420	12.3	22.7	3.1	6.2	3.2	5.3
450	21.3	36.9	5.7	10.3	4.7	8.8

Dehydration - Decomposition of Ethanol

In the complete dehydration of ethanol, the products are ethylene and water, and in the incomplete dehydration (decomposition) other products, namely, acetaldehyde, and ether are produced beside the ethylene.

The catalytic activity of the three catalysts under study towards dehydration-decomposition of ethanol was investigated in relation to reaction temperature ranging from 180 to 450°C. It is obvious, from Fig 2 (A and B) and Table 2, that the catalyst AN is the most active one towards dehydration-decomposition of ethanol. For instance, at 300°C, the ethylene produced is 40.8 mol % on the AN, 27.6 mol % on the SH and 20.9 mol % on the AD. The activity, being markedly low at lower temperatures, increases sharply with the increase in the reaction temperature. The selectivity of the three catalysts towards ethylene becomes much more pronounced at temperatures higher than 360°C (Fig. 2 A). This seems to be generalized for the decomposition of ethanol (Fig. 2 B). Moreover, it is shown from Fig. 2 (A,B) that the activity in the dehydration-decomposition reaction is

Although both Brönsted (protonic) and Lewis (aprotic electron acceptor) acid sites were reported to be present in silica-alumina catalysts (18,19), some results (20) favoured the view point that dehydration of alcohols takes place only at the active Lewis centers, and increases by the increase in the aluminium atom concentration.

The catalytic activity of previously prepared clay catalysts (21) was tested, in this work, through the cracking of cumene and dehydration-decomposition of ethanol, as two model reactions. The two reactions were carried out under atmospheric pressure using a "pulse microcatalytic unit" (22-23). In addition, an industrial aluminosilicate catalyst (Yfa catalyst factory, USSR) was used for the sake of comparison.

The reactant does or pulse and the hydrogen flow rate, were kept constant at 2.0 microliters and 50 ml/min., respectively, at all operating temperatures. The chromatographic column temperature was adjusted and controlled at 120°C for cracking of cumene and at 25°C for dehydration and decomposition of ethanol.

RESULTS AND DISCUSSION

In a previous work by the same authors (21), three clay catalysts were prepared by calcination at 450°C, treatment with 20% H_2SO_4 acid solution in the ratio of 1:2 clay to acid, and recalcination at 450°C. This method of treatment was adopted as a standard one. A fourth catalyst (AN') was prepared using 10% acid concentration. The four used catalysts are denoted as follows:-

AN & AN' : Catalysts prepared from Anqabia clay.

SH : Catalyst prepared from Sheikh Fadl clay.

AD : Catalyst prepared from Abu El-Darag clay.

The products of cumene cracking, in view of chromatographic analysis, are propylene and benzene while in case of dehydration-decomposition of ethanol are ethylene, acetaldehyde, diethyl ether, hydrogen, and water. The various parameters, such as clay composition, calcination temperatures, acid concentration and clay to acid ratio influencing the catalytic activity were studied.

Effect of Clay Composition

The effect of clay composition on the catalytic activity of the prepared catalysts was tested in both cracking of cumene and dehydration - decomposition of ethanol, individually as given below.

Cumene Cracking

Fig. 1 and Table 1 show that all types of catalysts, namely, AN, SH and AD, exhibit an increase in cracking activity by increasing the temperature in the range, 240-450°C. However, it is obvious that the catalyst An is the most active one as compared to the others (SH and AD), possessing its higher activity over the whole range of temperatures studied. The increasing order of the catalytic activity can be represented as, AN SH AD. The total conversion (mole %) is 58.2 % for AN, 16% for SH and 13.5 % for AD, at 450°C. These results can be explained by the fact that cracking of cumene is taking place due to a combination of catalytic action and thermal effects (24). If the cracking is due to heating solely, the three curves of Fig. 1 would have been identical; yet it is not the case.

Close examination of Fig. 1 and Table 1 reveals the characteristic behaviour which seems to be of great help in the explanation of the heterogenous catalysts using natural materials. In the case of AD, the curve of conversion increases steadily without any kinking throughout the whole range of temperatures (270- 450°C), whereas the curve of AN and SH are characterized by a remarkable kink starting at 270°C and 360°C respectively. The mineralogical composition of the three catalysts is apparently related to this behaviour. The AD catalyst is made principally of kaolinite and quartz, whereas AN and SH catalysts are made of montmorillonite, kaolinite and quartz. The variation in the montmorillonite content in AN and SH may lead to the shift of the kinking temperature. Another parameter, which seems to play a role, is the presence of higher Fe_2O_3 admixture in SH and higher gibbsite in AN, as has been given before (21). The lower activity of SH and AD catalysts may be attributed to their high content of kaolinite (of low acidity) (25) as well as to the relatively high proportion of quartz; both phases having low surface area. The AN catalyst is remarkably more active than SH and AD, which may also be due to the high content of montmorillonite and the low content in quartz. It is known that the structure of montmorillonite is very flexible and can contract or expand without noticeable variation. It is characterized by high acidity and high surface area (13).

CATALYTIC ACTIVITY OF SOME EGYPTIAN CLAYS

BY

S. Ayad, S.A. El-Khatib, and M.S. Ghattas*

ABSTRACT

The catalytic activity of some formerly prepared activated clays was studied through cumene cracking and ethanol dehydration-decomposition. The four clays gave different behaviour in both processes. However, they showed a rather similar efficiency towards ethanol dehydration at the high temperature range. The effect of clay composition on the extent of cumene cracking was also studied. It has been shown that the activated Anqabia clay has higher cracking power than the other two localities; from this clay two catalysts were prepared (AN and AN'). The other areas are Sheikh Fadl and Abu El Darag from which two catalysts were prepared (SH and AD, respectively). Comparison between the four activated clays and a synthetic industrial aluminosilicate catalyst showed that the former are less active towards cumene cracking. However, both the activated clays and the synthetic catalyst showed rather similar activity towards ethanol dehydration.

INTRODUCTION

The need to husband the oil resources of the world has resulted in the development and use, on a very large scale, of catalysts for transmuting high molecular weight hydrocarbons into more useful lower molecular weight hydrocarbons. The latter are employed as fuel for combustion engines, as starting materials for a wide variety of plastics, pharmaceuticals, and as industrial solvents.

Beside the application of synthetic aluminosilicates in many catalytic reactions (1-4), emphasis is also given to natural catalyst, particularly, zeolite and clays (5-8). Several types of natural clay catalysts were prepared and utilized in different processes, e.g., cracking, decomposition, isomerization.. etc.

The basic requirements of such catalysts are: possess a high cracking activity (9-10) must not produce excessive carbonaceous deposits on the surface, resulting in the loss of activity, and ease of regeneration, ability to withstand thermal shock, resistance to poisoning by nitrogen and sulphur compounds and having a low production cost (11).

With few exceptions, all commercial cracking catalysts are based on silica-alumina combinations of one type or more of acid treated natural aluminosilicates, amorphous synthetic silica-alumina combinations, and crystalline, synthetic silica - alumina combinations. All of them are considered as high temperature acids and their catalytic activity is attributed to the acidity. However, the nature of the acidity has not been resolved, that is, whether it is Brönsted acidity, Lewis acidity, or both (12). Many catalytic reactions are now explained on the basis of the carbonium ion theory (13-14).

Dehydration of alcohols denotes the removal of water for producing unsaturated hydrocarbon gases which are required as starting materials in the petrochemical industries as for the research purposes (15). Dehydration and decomposition of alcohols using clay catalysts of different localities all over the world were studied where the degree of conversion was found to increase with the increase of temperature (16).

For heterogeneous catalytic dehydration of alcohols, the carbonium ion mechanism would necessitate catalysts which display an acidic character and show proton exchange properties. On the other hand, the alcoholate mechanism (17) shows that the hydroxyl groups present on the surface constitute the active sites for dehydration which proceeds through the formation of surface compounds of the alcoholate type.

* Egyptian Petroleum Research Institute, Cairo

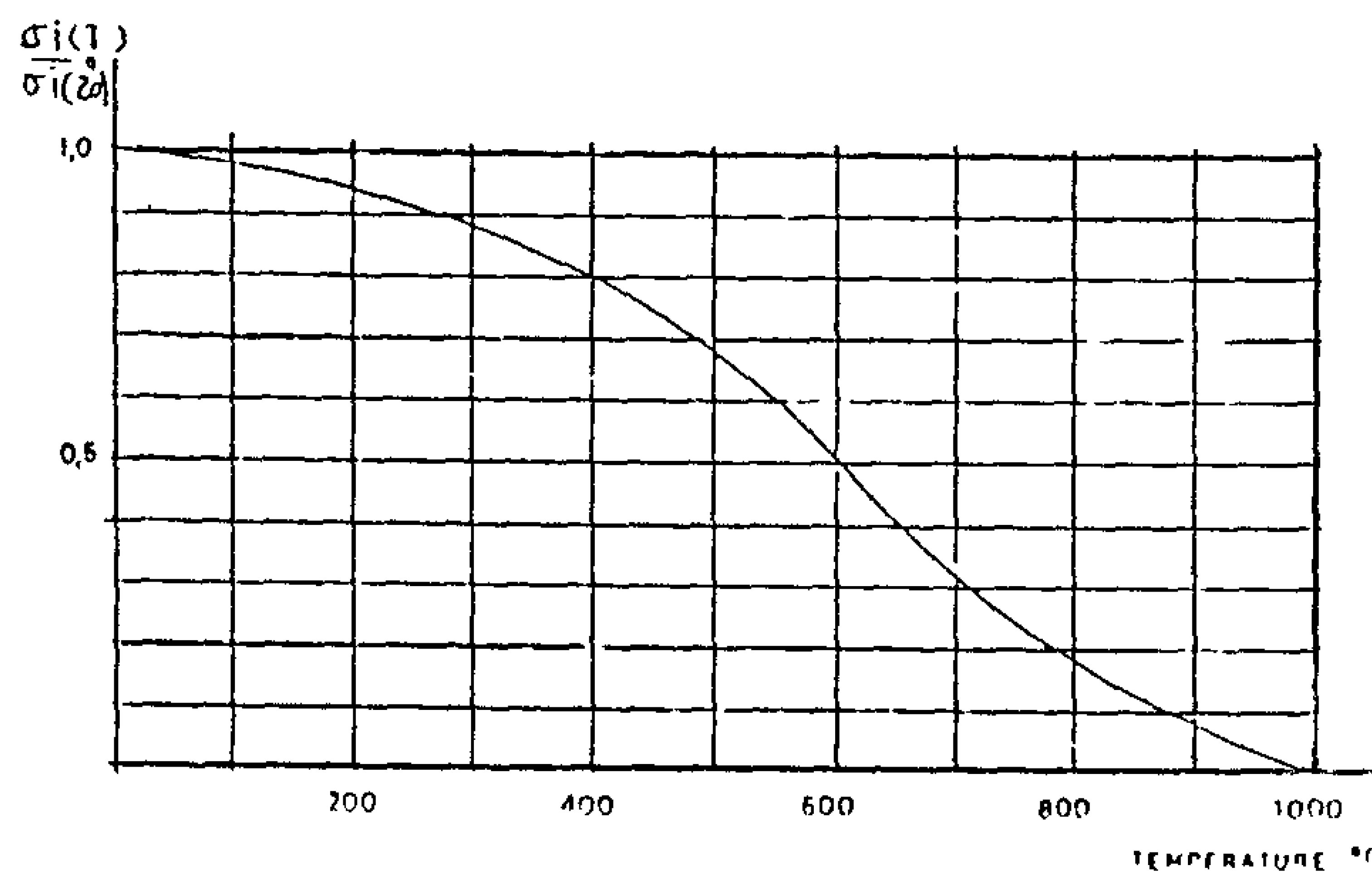


Fig. 5

CONCLUSION

The modelisation of initial stresses (residual stresses) in terms of deformations superposition of the element, permits to take into consideration these stresses at high temperatures.

The residual stresses follwo as it is shown, the same relation at high temperature as the modulus of elasticity of steel. So, by knowing the residual stress of any element and the temperature to which it is reached, its new residual stress at this temperature can be defined.

The effect of creep deformation as well as the effect of residual stresses on the buckling of the elements at high temperatures could be the subject of future studies.

REFERENCES

1- *Steel Column Buckling Under Thermal Gradients, Journal of the Structural Division, ASCE, vol. 98, No. 8 , 1972.*

2- *C.,E.C.M. European Recommendation for Steel Constructions, 1978.*

3- *ECCS - Fire Safety of Steel Structures - European Recommendations for the Fire Safety of Steel Structures, 1983.*

4- *Franssen J.M. - Etude du Comportement au Feu des Structures Mixtes Acier - Beton. Thèse de Doctorat, Liege, 1986.*

5- *Twilt L., Janss J. - The Effect of the Mechanical and Structural Properties of Steel at Elevated Temperatures on the Buckling of Exposed Columns, 1988.*

6- *D.T.U. Mèthode de Prevision par le Calcul du Comportement au Feu des Structures en Acier, 1986.*

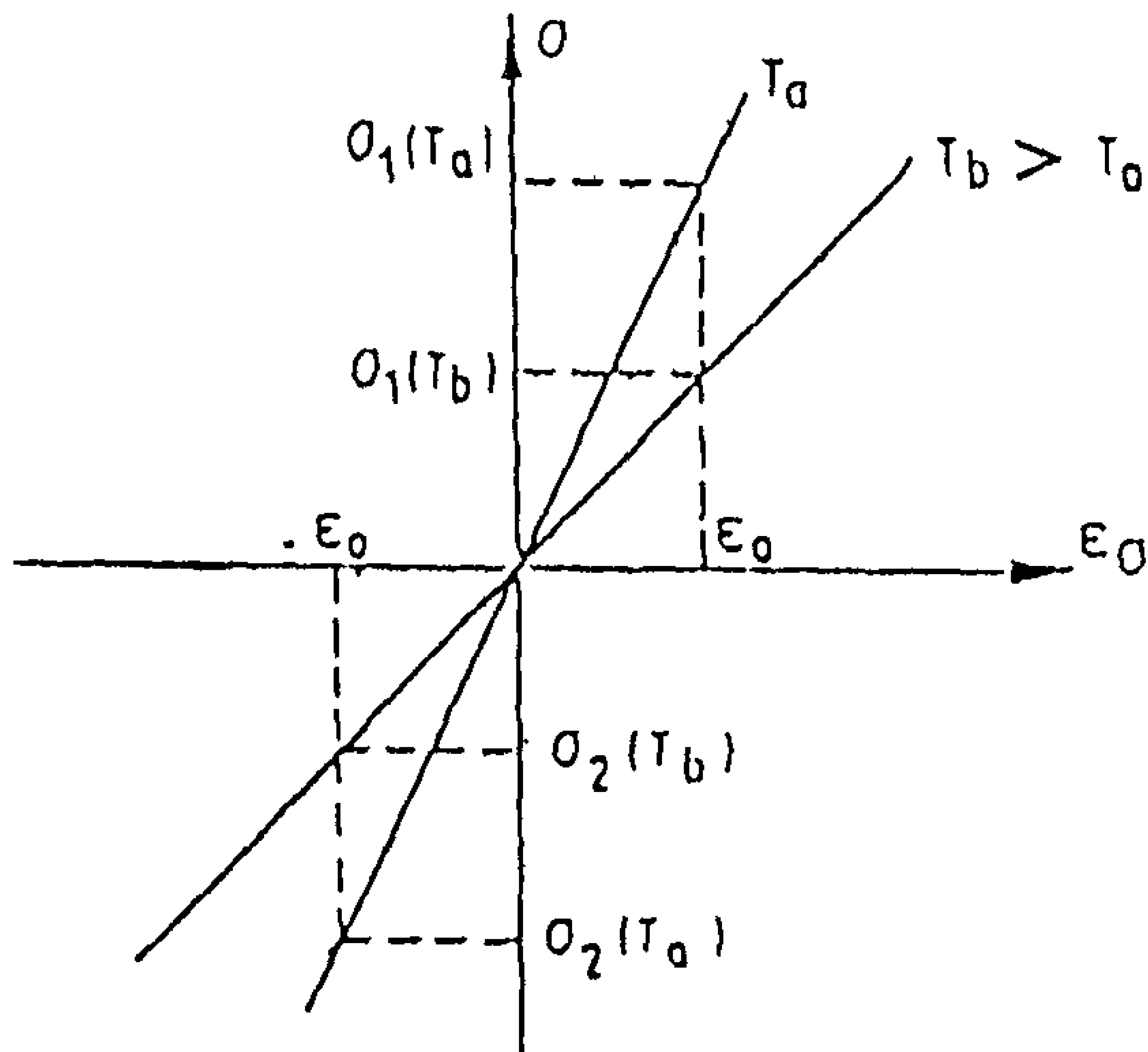


Fig. 2 - Linear relation

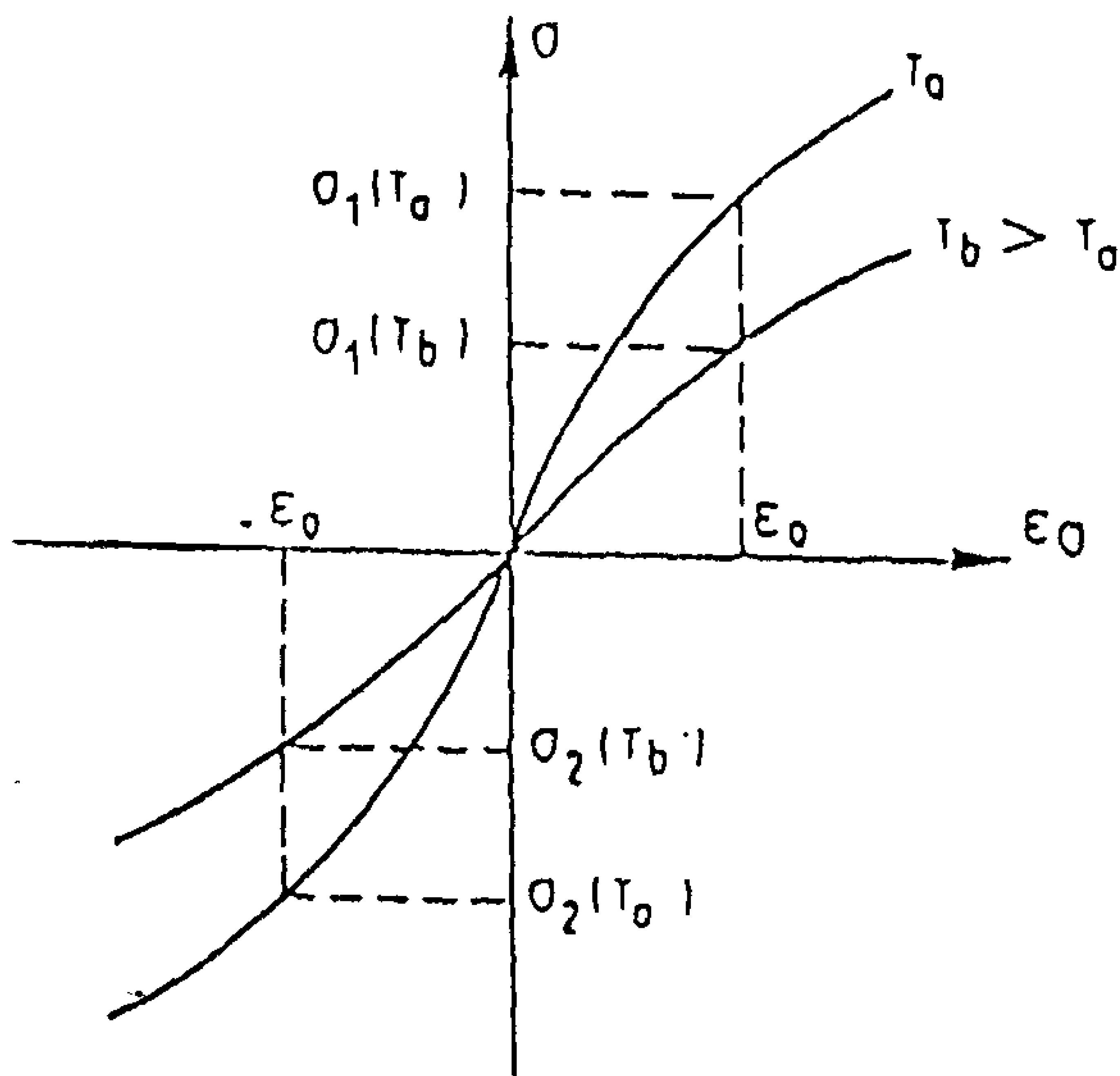


Fig. 3 - Nonlinear relation

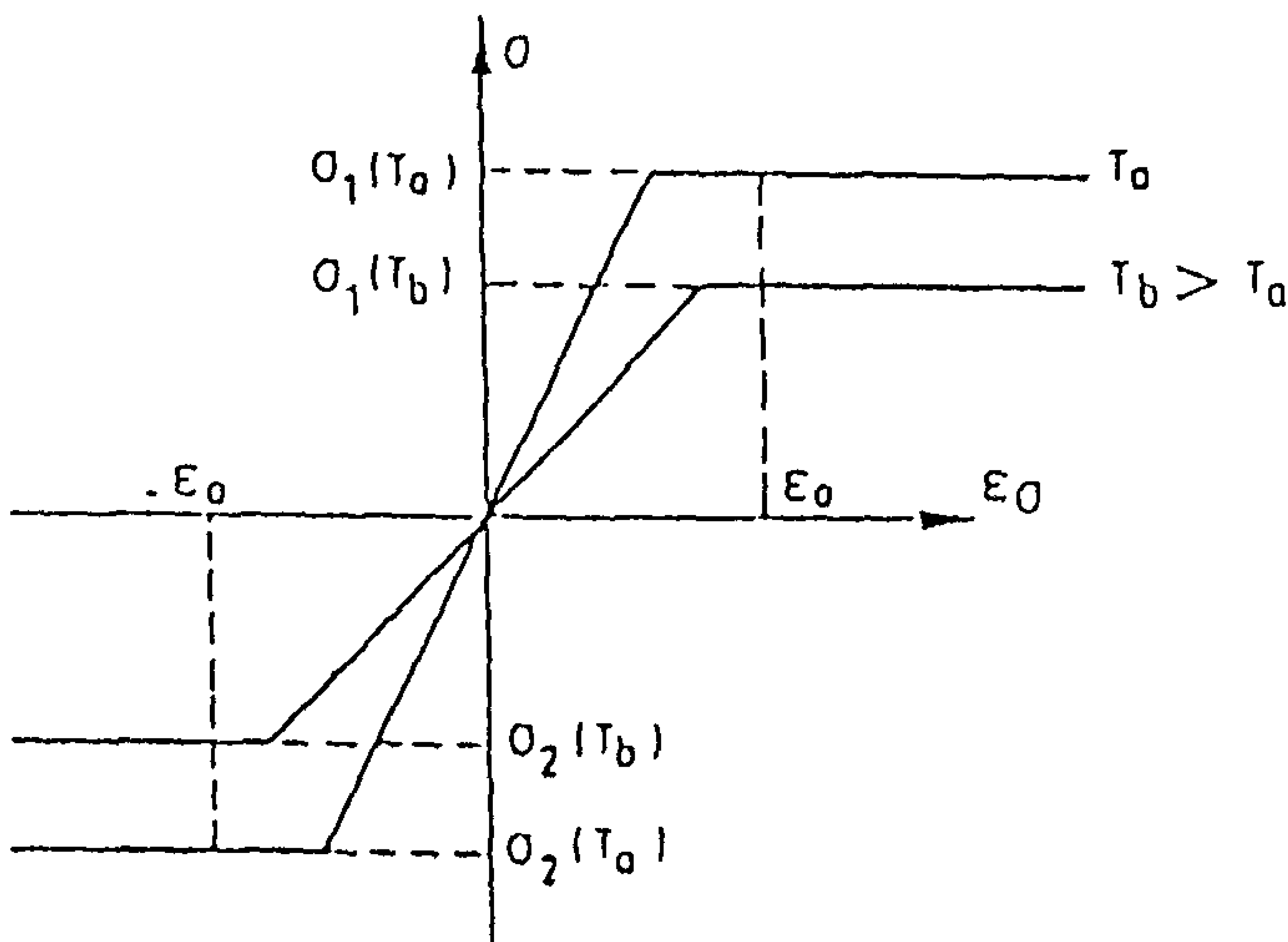


Fig. 4 - Elasto-plastic relation

Esi : The tangent modulus of elasticity corresponding to the stress σi.

If we consider that the stress-strain relation is identical in tension and compression, so the solution of (7) and (9) is :

$$\varepsilon\sigma\, 1\, (T) = \varepsilon o \qquad \varepsilon\sigma\, 2\, (T) = -\, \varepsilon o \qquad (10)$$

Since Es1 (T) = ES2 (T) (Symmetric relation), the relation (10) is valid for all temperatures.

In terms of stresses:

$$\sigma 1\, (T) = Es1\, (T)\, .\, \varepsilon o \qquad \sigma 2\, (T) = -Es2\, (T) .\, \varepsilon o \qquad (11)$$

In Fig. (2), (3) and (4), it is shown the graphical solutions of equation (11) for two different temperatures for elastic, elasto-plastic, and non-linear behaviour of material.

It can be seen that the initial stress (residual stress) changes with temperatures change in the same way the modulus of elasticity changes. However, by knowing the relation of the modulus of elasticity with temperatures, we can precise the residual stress relation for any temperature.

4- APPLIED RELATION FOR RESIDUAL STRESS

According to the relation of the modulus of elasticity at very high temperatures following the French Code of Practice and to the relation deduced in paragraph III, the residual stress relation at high temperature could be presented by the following relations:

If $0 < T < 600$ C

$$\sigma i\, (T) / \sigma i\, (20) = 1.0 + T / (2000 \log (T/1100)$$

If $600 < T < 1000$ C (12)

$$\sigma i\, (T) / \sigma i\, (20) = (690 - 0.69\, T) / (T - 53.5)$$

This relation could be translated graphically by:

erection, so, we consider the residual stresses of hot rolling for indicating the initial stresses. If we consider another state of reference, for example the state of truss after erection, so, we consider the residual stresses due to erection in addition to residual stresses of hot rolling for indicating the initial stresses in the elements.

During the deformation evolution of any element, we are searching the stresses at every instant, so,

$$\sigma = \sigma i + \Delta\sigma \qquad (1)$$

where

σ : The actual stress.

σi : The initial stress.

$\Delta\sigma$: The stress evolution from its initial state.

Because of the material nonlinearity, especially, at high temperatures the equation (1) is not valid, because of non-validity of direct summation of stresses. It is more accurate to present the problem that we deal with, in terms of deformations instead of stresses. So, in the uniaxial case of study (beam, column), the next equation can be considered:

$$\varepsilon = \varepsilon i + \varepsilon cr + \varepsilon th + \varepsilon\sigma \qquad (2)$$

where

ε : The real deformation to which the deformation evolution is measured from the initial state of reference (The non-loading state of a beam or a column).

εi : The initial deformation defined as the deformation of the element from its initial state of reference to its natural state, if this element is free to deform. It ˙ a determined value for each element which does not change by time.

εcr: Creep deformation.

εth: Thermal deformation.

$\varepsilon\sigma$: Deformation due to stress.

All the above deformations have physical meanings and can be experimentally measured.

From the above definition of initial deformation, $\varepsilon = 0$ at the initial state. So, from equation (2) $\varepsilon\sigma = -\varepsilon i$ at normal temperatures.

For calculating the element stress at the initial state using Hook's law:

$$\sigma i = E\,\varepsilon\sigma = -E\,\varepsilon i$$

where

σi : Initial stress (residual stress).

E : Modulus of elasticity.

3- INITIAL DEFORMATION EFFECTS

Using equation (2) and neglecting the creep effect for simplification, we get:

$$\varepsilon = \varepsilon i + \varepsilon th + \varepsilon\sigma \qquad (3)$$

Supposing two coaxial beam elements Fig. (1) having the same material and cross-section, the length of one of them is $L+\Delta L$ and the length of the other is $L- \Delta L$. In the state of reference, each beam length is L and it is seen that:

$$\text{For beam element (1)}\quad \varepsilon i1 = -\Delta L / L = -\varepsilon o$$
$$\text{For beam element (2)}\quad \varepsilon i2 = \Delta L / L = \varepsilon o \qquad (4)$$

where

$$\varepsilon o = \Delta L / L$$

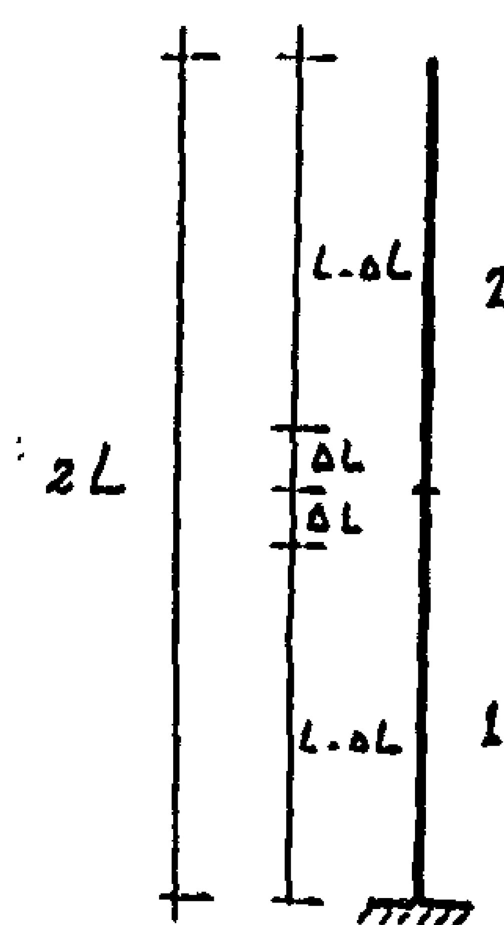


Fig. 1

If the temperature increases identically in the two beam elements, So:

$$\varepsilon th1 = \varepsilon th2 \qquad (5)$$

and since $\varepsilon 1 = \varepsilon 2$ (6)

So, from equation (3)

$$\varepsilon th1 + \varepsilon i1 + \varepsilon\sigma 1 = \varepsilon th2 + \varepsilon i2 + \varepsilon\sigma 2$$

$$\varepsilon\sigma 1 - \varepsilon\sigma 2 = 2\varepsilon o \qquad (7)$$

The above relation is deduced from the superposition of different deformations of the element.

From the equilibrium equation of the elements we can get :

$$A(\sigma 1(T) + \sigma 2(T)) = 0 \qquad (8)$$

and so,

$$Es1(T).\varepsilon\sigma 1(T) + Es2(T).\varepsilon\sigma 2(T) = 0 \quad (9)$$

where

MODELISATION OF RESIDUAL STRESSES IN STEEL PROFILES SUBJECTED TO VERY HIGH TEMPERATURES

By
Dr. Eng. Ossama M. EL-Hussieny*

ABSTRACT

The performance of a super-structure in a fire depends on the way it is heated, the temperatures reached, the materials used, and the way they are stressed.

Residual stresses exist in all steel profiles either they are cold formed, hot rolled or built up sections. Residual stresses can have an important effect on the design of these elements. So, getting a relation that shows the behaviour of residual stresses in steel elements when subjected to very high temperatures can be of the interest of many designers.

In this work, the notion of residual stress is presented so that, it can be accurately studied and presented in a general deformations equation. Based on the method of super-position of deformations and the equilibrium equation, the residual stresses at high temperatures are modelised.

The relations that govern those stresses at high temperatures are theoretically derived and graphically presented for linear, nonlinear, and elasto-plastic behaviour of the material for two different temperatures. A numerical simplified relation for the residual stresses at high temperatures is presented and can be easily used in numerical calculations.

1- INTRODUCTION

Residual stresses exist in all steel profiles either they are cold formed, hot rolled or built up sections. The distribution of these residual stresses has been studied thoroughly in many references and many assumptions had been done for grouping its types, according to the different parameters that caracterize these profiles.

When steel structures subjected to normal temperatures are to be studied, usually the residual stresses are neglected in bending calculations. These stresses are sometimes considered for buckling calculations.

When studying structures subjected to fire, the development of residual stresses are not very well known. In most of the codes developed for numerical calculations, the solution of this problem is not yet solved. These types of stresses are usually neglected, and if not, the residual stress is considered constant during high temperatures. Some researchers consider that the residual stresses decrease by temperatures increase following the elastic limit relation at high temperatures. This last consideration is not yet justified neither theoretically nor experimentally.

Because of the difficulty that exists uptil now in the modelisation of residual stresses for the calculation of structures subjected to fire, its effect on the behaviour of the structure is not yet known. This work is for the object of finding a good solution for the modelisation of residual stresses, so that, its effects during fire could be studied. The result of this work is translated numerically and easily used in the analysis of steel structures at high temperatures.

2- MODELISATION

At the begining, it is important to define the residual stresses; these are those stresses which exist in the element at its initial state of reference, from which we calculate its evolution. So, from the physical point of view, they are initial stresses in the element depending upon the initial state we choose as a reference.

For example, in the case of a space truss, if we consider the initial state as the state of profiles before

* Lecturer, Faculty of Engineering, Zagazig University

top and the base moment due to its effect in stiffening the building. Base shear in flat slab buildings is slightly increased by introducing marginal beams. Buildings with solid slabs have smaller top displacement and base shear as well as base moment values than those of buildings with flat slabs with marginal beams for the same column spacing and storey height.

Most reinforced concrete skeleton buildings in Egypt reacted well without structural damages under the October 1992 earthquake. Buildings which were not well designed or well constructed were only damaged. Non-structural cracks or separations appeared between the masonry walls and the skeleton, either horizontally along wall-beam connections, or vertically along wall-column connections. In some buildings, inclined cracks appeared in walls during the transmission of the horizontal earthquake forces to foundations due to wall-building interaction. For buildings where beams were cast directly on masonry walls without bottom platforms, there were no signs of separation of walls from the skeleton. Separation of walls was more pronounced in flat slab and hollow block slab buildings with hidden beams.

Design of multistorey reinforced concrete buildings according to the ECC-1989 [1] for its specified earthquake equivalent horizontal forces and wind loads gives reliable results for earthquakes of similar intensity to that of the 1992 earthquake. Thus, the ECC-1989 [1] can be applied safely; however, redistribution of seismic zones may be considered, to take into account the new seismic areas. This will be implemented in the new code for design loads on structures, ECDL [6]. A response spectrum may be provided in the new ECDL to be used in the necessary seismic analysis of buildings, particularly special ones such as multistorey buildings, tanks, chimneys, etc. The ECS-1991 [3], UBC-1991 [4], and ESEE-1988 [5] dynamic approaches give conservative results for earthquakes of similar magnitude to that of the 1992 earthquake, but they might be reasonable for earthquakes of higher magnitudes. For multistorey buildings higher than about 45 m, with height to width ratios greater than 5, non-uniform structural systems, and irregular shapes, a detailed dynamic analysis is recommended for evaluation of earthquake effects on them. Special care should be given to the design and detailing of different connections [9].

REFERENCES

1- The Egyptian Code of Practice for Concrete Design and Construction, ECC-1989.

2- Ove Arup & Partners International Limited (1993). " A Report of the FIRST Residential Complex, Giza, Egypt, Earthquake Design Criteria"

3- The Egyptian Code for Soil Mechanics and Foundation Design and Execution, Vol. 6, 1991, ECS-1991.

4- Uniform Building Code (1976, 1985 & 1991).

5- The Egyptian Society for Earthquake Engineering, ESEE-1988. "Regulation for Earthquake Resistant Design of Buildings in Egypt".

6- Draft of the Egyptian Code for Design Loads on Structures (1993).

7- Kassem, M. E. (1993). "Seismic Analysis of Seven Story Reinforced Concrete Buildings", Proc. of Al-Azhar Third Eng. Inter. Conf., Al-Azhar Univ., Cairo, Egypt, Dec. 18-21, Vol. 4, pp. 76-87.

8- Wilson E. and Habibuallah A. (1989). "SAP90P User's Manual".

9- ACI-ASCE Committee 352 (1985). "Recommendations for Design of Beam-Column Joints In Monolithic Reinforced Concrete Structures", ACI Struct. Jour. 82 (3), 266-283.

Table 6- Damping effect on model 1 (ECS-1991, H = 22 m, H_s = 3.0 m, a = b = 5.0 m & 2% g)

	DAMPING RATIO			
	2	5	10	20
Q_{col} (ton)	3.99	3.93	3.75	2.91
M_{col} (m.t)	17.36	17.10	16.40	12.80
δ_{max} (cm)	5.95	5.84	5.56	4.24

according to the ECC-1989 [1] for its specified earthquake equivalent horizontal forces and wind loads gives reliable results for earthquakes of similr intensity to that of the 1992 earthquake. For multistorey buildings higher than about 45 m. with height to width ratios greater than 5, non-uniform structural systems, and irregular shapes, a detailed dynamic analysis is recommended for evaluation of earthquake effects on them.

VISUAL INSPECTION OF SIMILAR BUILDINGS

Most buildings reacted well without structural damages under the October 1992 earthquake and its after shocks. There were some few exceptions where large skeleton buildings collapsed but these collapses have been associated with poor construction rather than excessive seismic loadings.

Skeleton buildings which were not well designed or well constructed were only damaged. In most of those buildings, non-structural cracks or separations appeared between the masonry walls and the skeleton, either horizontally along the wallbeam connections or vertically along the wall-column connections. This is attributed mainly to the strength of mortar used in the construction of masonry walls, and its method of construction. In some buildings, inclined cracks appeared in walls during the transmission of the horizontal earthquake forces to foundations due to wall-building interaction. Separation of walls was more pronounced in flat slab and hollow block slab buildings with hidden beams.

Observed structural deficiencies in skeleton buildings were not related to the earthquake but were mainly due to problems of construction and work control. Most flexure cracks which appeared in structural members were due to incorrect design and shortage in the bottom reinforcement. Most shear cracks which appeared in structural members were due to the accumulation of stirrups in one place or long spacings between them. Poor insulation of kitchens, bathrooms, and roofs resulted in apppearance of cracks along the reinforcement bars, and falling of concrete cover due to rust of the reinforcement bars; therefore, insulation should be properly performed.

CONCLUSION

Detailed dynamic analysis of different multistorey reinforced concrete buildings is carried out with the focus on free vibration characteristics, base shear and moment, and response to different earthquake ground motions. Both spectrum and time history analyses are conducted for three different multistory buildings. The influences of the number of storeys of the building, column spacing, concrete characteristic compressive strength, damping ratio, and slab type are assessed and aspects of the building seismic behaviour are explained. In addition, many R.C. buildings were examined after the earthquake of the October 1992 to assess the damages. The following conclusions emerge:

Free vibration characteristics of multistorey R.C. buildings are controlled by the flexibility of the building frames. Free vibration analysis shows that the fundamental frequency of the building decreases with increasing the story height, column spacing, and the b/a ratio. The fundamental frequency of the building slightly increases with increasing the characteristic strength of concrete. The behavior of the fundamental period of the building is opposite to that of the fundamental frequency. The empirical formulae of different codes for the estimation of the fundamental period for R.C. buildings and accordingly base shear may be modified to take account of different column spacing, building height to width ratios, stiffness of beams, and characteristic strength of concrete.

Response to earthquake excitations is controlled by the flexibility of the multistorey building, its dynamic characteristics, and soil-structure interaction. As the number of storeys of the building as well as the storey height increase, the base shear, base moment, and the maximum displacement at the building top increase. Similar effects are also found, as the column spacing and the b/a ratio increase. Varying the characteristic strength of concrete is found to have a much larger effect on the maximum displacement at the building top than its effect on both the base shear and moment. In addition, varying the damping ratio of the building has significant effect on the base shear and moment as well as the maximum displacement at the building top. The introduction of marginal beams significantly decreases the maximum displacement at the building

Table 2- Comparison between results of different approaches for all models (ζ = 5% & 2 % g)

	ANALYSIS	MODEL		
		1	2	3
Q_{col} (ton)	1992 EARTHQUAKE	1.89	5.50	4.86
	ECS-1991	3.93	11.36	10.02
	UBC-1991	5.61	16.30	14.38
	ESEE-1988	7.41	21.53	19.01
	ELCENTRO*	1.52	4.80	1.60
	EQ. STAT. ECC-1989	2.18	4.24	7.25
M_{col} (m.t)	1992 EARTHQUAKE	8.19	10.10	11.39
	ECS-1991	17.10	21.04	23.52
	UBC-1991	24.27	29.91	33.78
	ESEE-1988	32.06	39.52	44.61
	ELCENTRO*	7.19	21.79	8.12
	EQ. STAT. ECC-1989	9.61	13.33	18.36
δ_{max}	1992 EARTHQUAKE	2.82	3.86	11.22
	ECS-1991	5.84	7.98	23.17
	UBC-1991	8.38	11.43	33.26
	ESEE-1988	11.07	15.11	43.92
	ELCENTRO*	2.98	3.00	3.12
	EQ. STAT. ECC-1989	3.28	5.69	18.20

Table 3- Comparison between results of different approaches for different column spacings (Model 1 with H = 22m, H_s = 3.0 m, ζ = 5% & 2% g)

	SPECTRUM	COLUMN SPACING (a=b) m		
		4	5	6
Q_{col} (ton)	1992 EARTHQUAKE	1.28	1.89	2.62
	ECS-1991	2.71	3.93	5.41
	UBC-1991	3.82	5.61	7.75
	ESEE-1988	5.05	7.41	10.24
M_{col} (m.t)	1992 EARTHQUAKE	5.64	8.19	11.28
	ECS-1991	11.86	17.10	23.44
	UBC-1991	16.64	24.27	33.44
	ESEE-1988	21.95	32.06	44.23
δ_{max} (cm)	1992 EARTHQUAKE	1.92	2.82	3.91
	ECS-1991	3.97	5.84	8.08
	UBC-1991	5.69	8.38	11.60
	ESEE-1988	7.51	11.07	15.33

Table 4 - Comparison between results of different approaches for different b/a ratios (Model 1 with H = 22 m, H_s = 3.0 m, a = 4.0 m, ζ = 5% & 2% g)

	SPECTRUM	b/a		
		1	1.25	1.5
Q_{col} (ton)	1992 EARTHQUAKE	1.28	1.60	1.89
	ECS-1991	2.71	3.32	3.94
	UBC-1991	3.82	4.71	5.60
	ESEE-1988	5.05	6.22	7.39
M_{col} (m.t)	1992 EARTHQUAKE	5.64	6.58	7.44
	ECS-1991	11.86	13.79	15.66
	UBC-1991	16.64	19.44	22.16
	ESEE-1988	21.95	25.66	29.26
δ_{max} (cm)	1992 EARTHQUAKE	1.92	2.14	2.35
	ECS-1991	3.97	4.44	4.87
	UBC-1991	5.69	6.36	6.98
	ESEE-1988	7.51	8.40	9.22

Table 5- Comparison between results of different approaches for different slab types (Model 1, H = 22m, H_s = 3.0 m, a = b = 5.0 m, ζ = 5% & 2% g)

	SPECTRUM	SS	FSNMB	FSMB
Q_{col} (ton)	1992 EARTHQUAKE	1.84	1.89	2.62
	ECS-1991	3.85	3.93	4.10
	UBC-1991	5.44	5.61	5.76
	ESEE-1988	7.16	7.41	7.64
M_{col} (m.t)	1992 EARTHQUAKE	6.67	8.19	7.22
	ECS-1991	14.00	17.10	15.14
	UBC-1991	19.76	24.27	21.36
	ESEE-1988	25.98	32.06	28.15
δ_{max} (cm)	1992 EARTHQUAKE	1.68	2.82	1.85
	ECS-1991	3.47	5.84	3.83
	UBC-1991	4.96	8.38	5.44
	ESEE-1988	6.57	11.07	7.24

SS : Solid slab

FSNMB : Flat slabs without marginal beams

FSMB : Flat slabs with marginal beams

* Time history analysis using ELCENTRO earthquake with 2%g peak acceleration

the building, storey height, column spacing, concrete characteristic compressive strength, damping ratio, and slab type are assessed and aspects of the building seismic behaviour are explained.

Response to earthquake excitations is controlled by the flexibility of the multistorey building which depends on many parameters [7], its dynamic characteristics, and soil-structure interaction. As the number of storeys of the building as well as storey height increase, the base shear, base moment, and the maximum displacement at the building top increase as can be seen from Tables 1 and 2. Similar effects are also found as the column spacing and the b/a ratio increase as can be seen from Tables 3 and 4. The introduction of marginal beams significantly decreases the maximum displacement at the building top and the base moment due to its effect in stiffening the building as can be seen from Table 5. Base shear in flat slab buildings is slightly increased by introducing marginal beams, due to the additional mass of such beams. Buildings with solid slabs have smaller top displacement and base shear as well as base moment values than those of buildings with flat slabs with marginal beams for the same column spacing and storey height.

Increasing the characteristic strength of concrete f_{cu} from 200 kg/cm^2 to 250 kg/cm^2 and 300 kg/cm^2, respectively, reduces the maximum displacement at the top of Model 1 by about 10% and 17%, respectively, due to the increase in the building stiffness as f_{cu} increases. This reflects the role of the high f_{cu} in reducing the damage level in different buildings under the effect of intense earthquakes. However, it has slight effect on the base shear and moment, because the mass involved is almost the same. Varying the damping ratio of the building has significant effect on the maximum base shear, maximum base moment, and the maximum displacement at the building top evaluated using the spectra of the ECS-1991 as can be seen from Table 6.

Results obtained from the spectrum analysis using the spectra of the ECS-1991 [3], UBC-1991 [4], and ESEE-1988 [5] are compared with those using the spectrum of the October 1992 earthquake [2] for different structural models, ζ = 5% and 2% g as shown in Tables 1 to 5. The results of the equivalent static analysis of the ECC-1989 and those of the time history analysis using ELCENTRO earthquake are also included in Tables 1 and 2. It can be seen that the response of multistorey R.C. buildings for a given spectrum is primarily dependent on the flexibility of

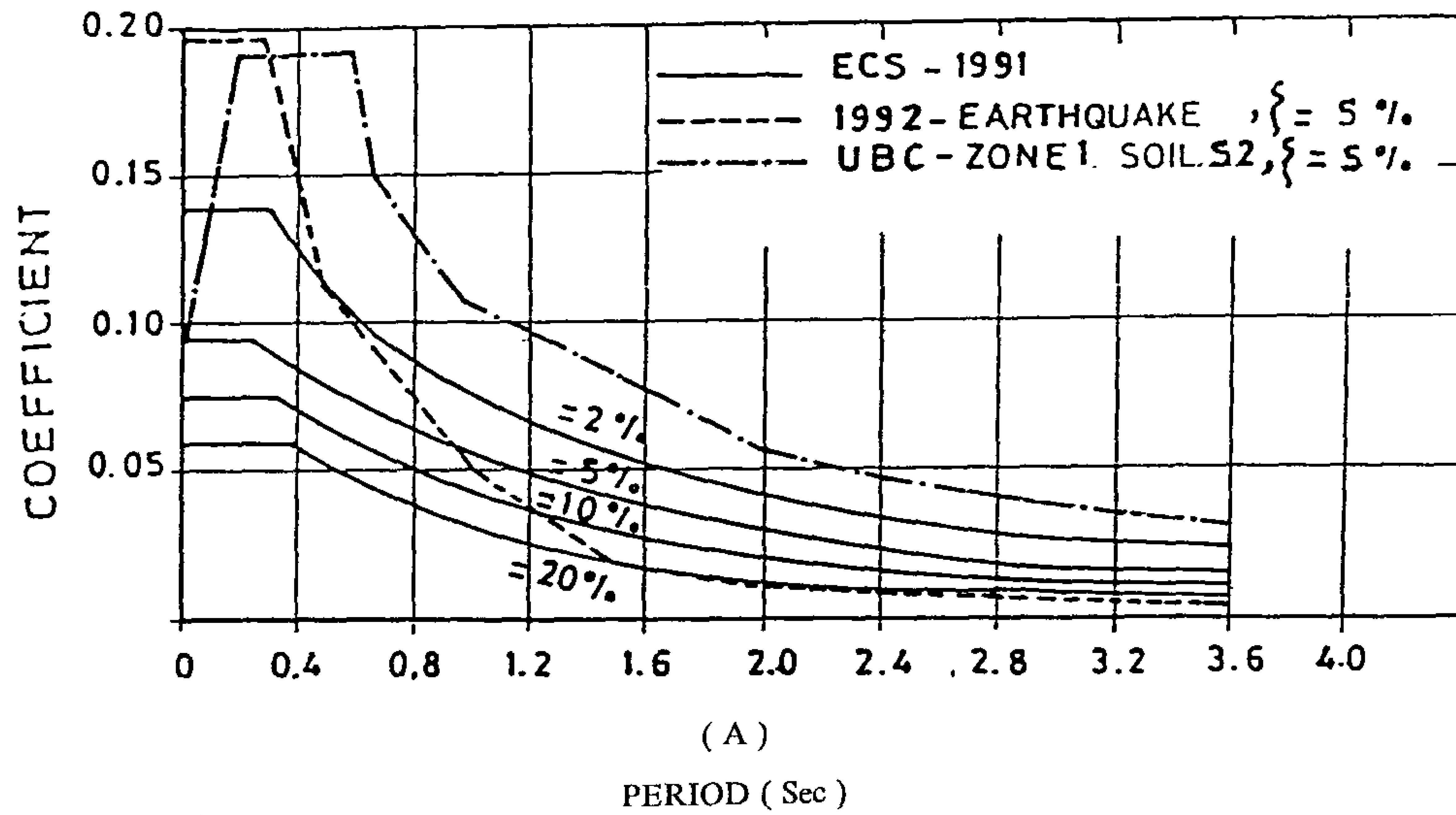
Table 1- Comparison between results of different approaches for different column heights (Model 1 with a = b = 5 m, ζ = 5 % & 2% g)

	ANALYSIS	HEIGHT (H) m		
		18.5	22	25.5
	H_s (m)	2.5	3.0	3.5
Q_{col} (ton)	1992 EARTHQUAKE	1.86	1.89	1.92
	ECS-1991	3.90	3.93	3.97
	UBC-1991	5.52	5.61	5.68
	ESEE-1988	7.29	7.41	7.51
	ELCENTRO*	2.44	1.52	2.55
	EQ. STAT. ECC-1989	2.15	2.18	2.21
M_{col} (m.t)	1992 EARTHQUAKE	7.36	8.19	9.04
	ECS-1991	15.44	17.10	18.72
	UBC-1991	21.76	24.27	26.72
	ESEE-1988	28.67	32.06	35.35
	ELCENTRO*	10.86	7.19	12.83
	EQ. STAT. ECC-1989	8.60	9.61	10.50
δ_{max} (cm)	1992 EARTHQUAKE	1.89	2.82	4.00
	ECS-1991	3.92	5.84	8.22
	UBC-1991	5.60	8.38	11.76
	ESEE-1988	7.39	11.07	15.59
	ELCENTRO*	2.92	2.98	2.91
	EQ. STAT. ECC-1989	2.19	3.28	4.62

the building. Results of the spectrum of 1992 earthquake [2] are about 45%, 33% and 25% of those of the ECS-1991 [3], UBC-1991 [4], ESEE-1988 [5] spectra, respectively. This reflects that the spectra of the ECS-1991 [3], UBC-1991 [4], and ESEE-1988 [5] are conservative for earthquakes of similar magnitude to that of the 1992 earthquake, however, they might be reasonable for more intense ones. It must be noted that in models 2 and 3, core walls are the main supporting element of the earthquake horizontal forces rather than columns as in model 1.

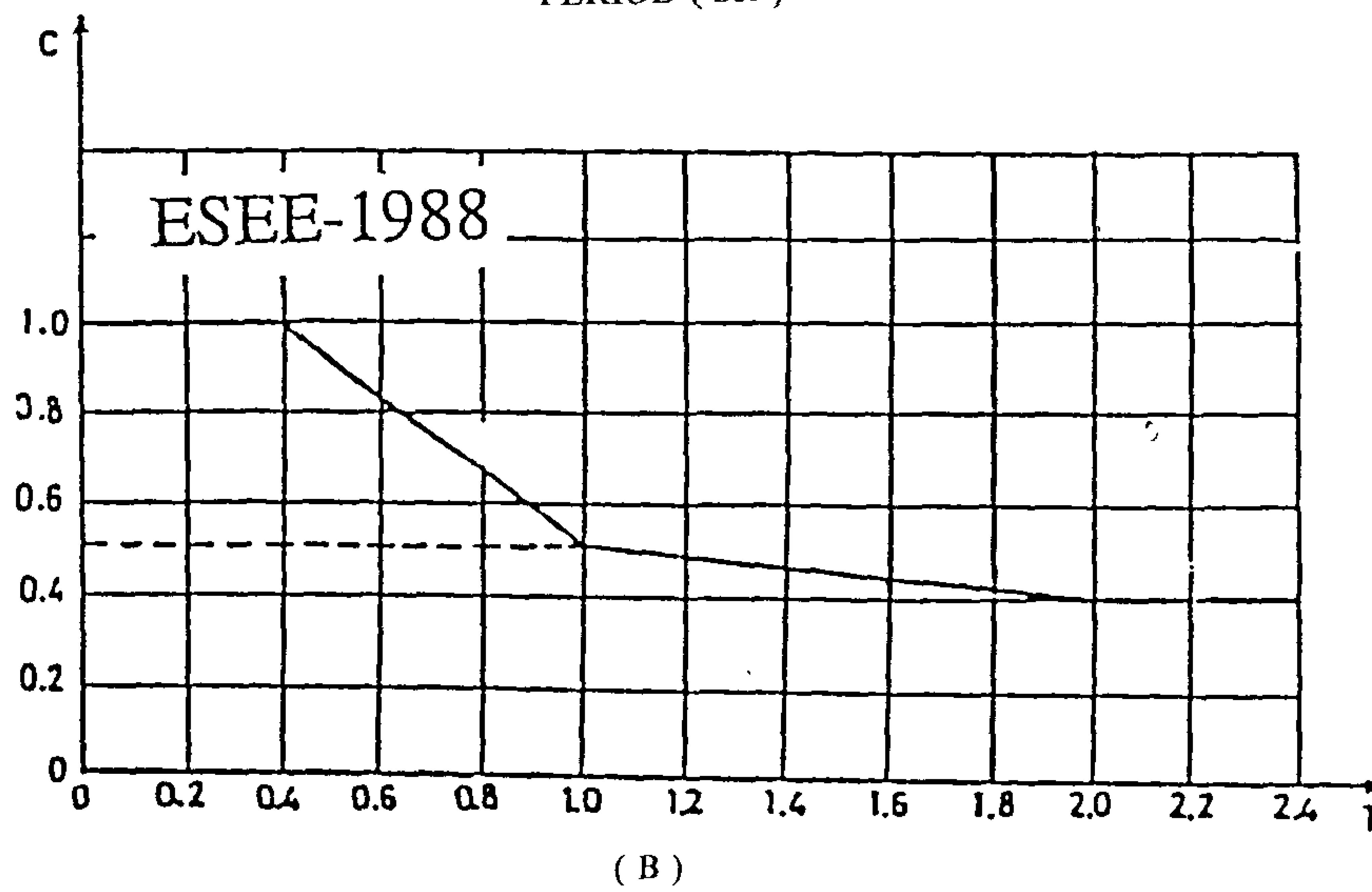
It can be seen that the equivalent static approach specified by the ECC-1991 [1] gives equivalent horizontal earthquake forces of about 44%, 31%, and 24% of those of the dynamic analyses using the spectra of the ECS-1991 [3], UBC-1991 [4], and ESEE-1988 [5], respectively. In addition, most of the equivalent static analysis results according to the ECC-1989 [1] are somewhat greater than those of the spectrum analysis using the spectrum of the 1992 earthquake [2] Therefore, design of R.C. buildings

* Time history analysis using ELCENTRO earthquake with 2%g peak acceleration.



(A)

PERIOD (Sec)



(B)

Figure 2 : Coefficient of the considered response spectra.

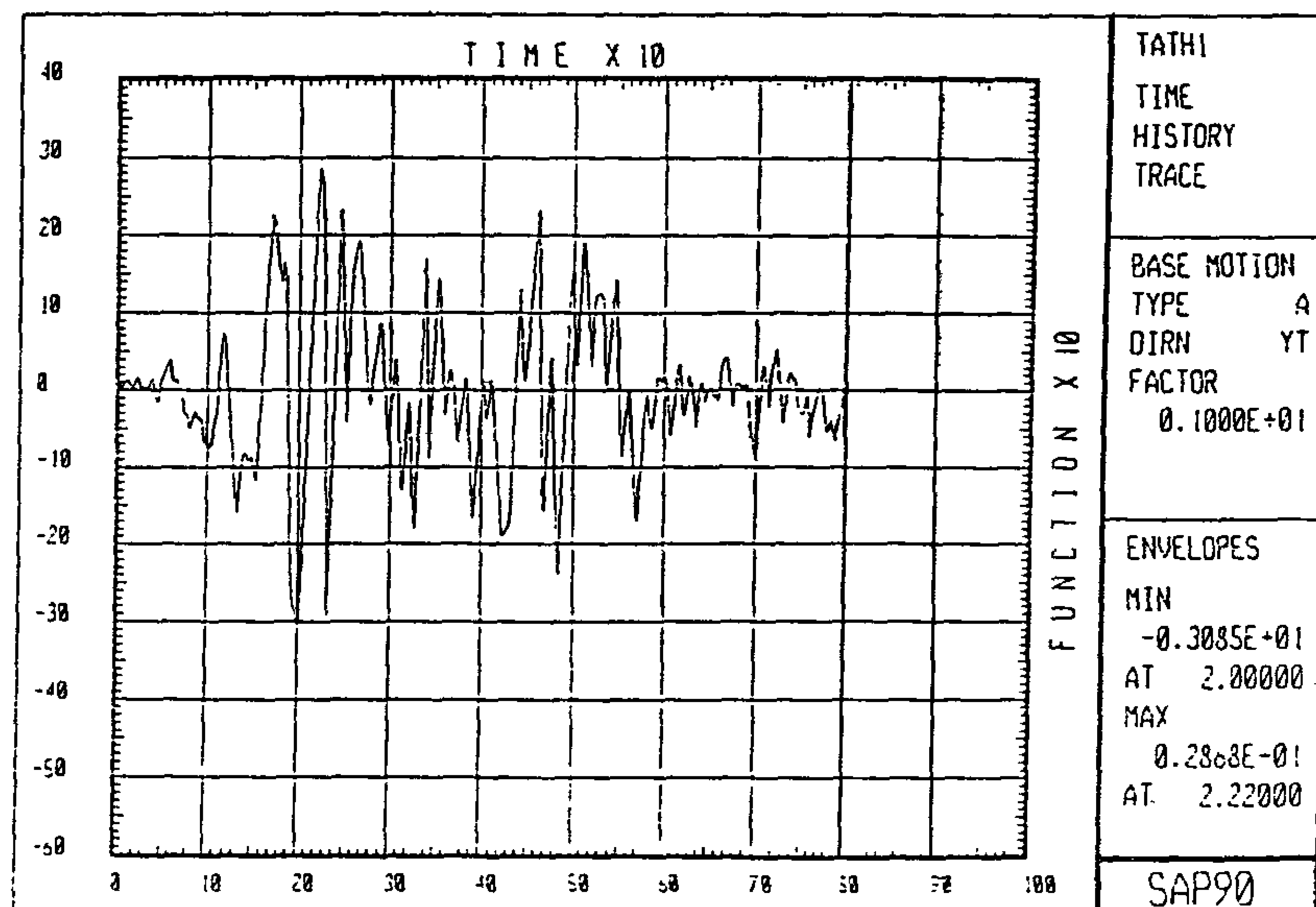


Fig 3- Time history of the horizontal acceleration of the ELCENTRO earthquake.

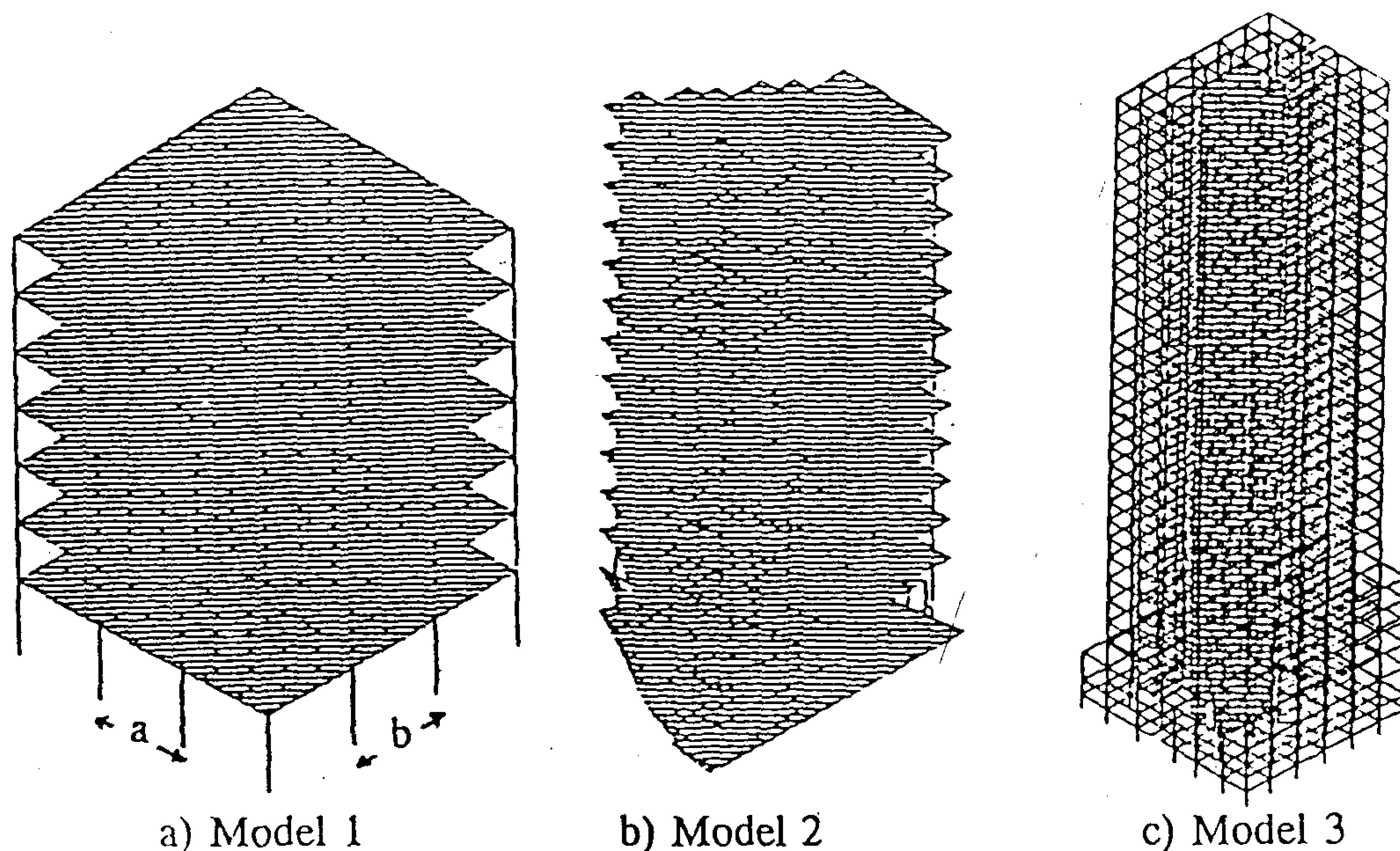


Fig 1 - Different considered building models.

buildings has been taken to have a 10% chance of being exceeded in a 50 - year period this approximates to a 500 - year return period. In the analysis, the peak vertical ground acceleration is assumed acting simultaneously with the horizontal one with about half its value. The frequency contents of the ground motion are expressed in the form of the response spectra given in Figures 2a and 2b. These spectra are extended to a period of 100 seconds at which the spectrum coefficient is zero. In the time history analysis, the input base motion for the ELCENTRO 1940, Figure 3, is used.

The three structural models are analyzed as three dimensional systems of flexible plates represented by plate bending quadratic elements or beam elements supported on elastic columns and core walls. Interior beams (if any), exterior beams, and columns are represented by beam elements, whil core walls are represented by shell elements.

FREE VIBRATION RESULTS

Free vibration characteristics of multistorey R.C. buildings are controlled by the flexibility of the building frames. Free vibration analysis shows that the fundamental frequency of the building decreases with increasing the storey height, column spacing, and the b/a ratio. The fundamental frequency of the building slightly increases with increasing the characteristic strength of concrete, f_{cu}. The behaviour of the fundamental period of the building is opposite to that of the fundamental frequency. Fundamental frequencies of the considered structural models range from about 0.10 to 0.45 Hz. It should be mentioned that the conducted eigen value analysis yields somewhat higher values for the fundamental period of vibration than those evaluated according to different codes [1,3,4,5&6]. This could be attributed to the effect of masonry walls in stiffening the building which is difficult to be considered in this analysis. However, the empirical formulae of different codes for the estimation of the fundamental period and accordingly base shear may be modified to take account of different column spacings, building height to width ratios, stiffness of beams, and characteristic strength of concrete.

RESULTS FOR DIFFERENT MODELS

Because structures are traditionally proportioned to resist forces and subsequently checked against deformability limits, the study is focussed on the maximum values of the column base shear Q_{col}, column base moment M_{col}, and the displacement at the building top in the earthquake direction δ_{max}, which can be associated with the expected earthquake damage. The influences of the number of storeys of

calculated from equivalent static analysis. The Maximum storey drift during earthquakes is specified not to exceed 0.004 of the storey height [3 & 5].

OBJECTIVES

After the October 1992 earthquake, studies have been made to evaluate the adequacy of the ECC-1989 [1] in evaluating seismic forces on reinforced concrete buildings. The 1992 earthquake lasted about one minute and was measured to have a magnitude M_L of about 5.9 and M_S of 5.2 at a focal depth of 25 Km about 20 Km from the site. The peak horizontal ground acceleration for the 1992 earthquake was estimated to be about 6% g. More data about the October 1992 earthquake can be found elsewhere [2]. Among researchers, the author conducted seismic analysis of traditional buildings in Egypt [7], in which the spectrum of the ESEE-1988 was used and the results were compared with the ECC-1989 specifications. However, since more data about the 1992 earthquake [2] became available to the author, it was thought to use this data for comparison purposes and to extend the work to include different multistorey R.C. buildings. Thus, the main concern of this study is to investigate the performance of different multistorey R.C. buildings in Egypt under the effect of the October 1992 earthquake. Many multistorey buildings with either solid slabs, hollow block slabs, or flat slabs were examined after the 1992 earthquake to assess the damages.

The principal objectives of the study are to find out the range of the natural frequencies and periods of such buildings conduct a dynamic analysis of seismic effects on these buildings and to compare the seismic loads botained using dynamic analysis with those evaluated according to the simplified, static approaches recommended by the ECC-1989 [1], ECS-1991 [3], and ESEE-1988 [5]. The study attempts to identify practical considerations in the design of residential and administrative multistorey R.C. buildings subjected to earthquakes and presents some recommendations. The influences of the number of storeys of the building, storey height, column spacing, concrete characteristic compressive strength, damping ratio, and slab type are assessed and aspects of the building seismic behaviour are explained.

STRUCTURAL MODELS

Three structural models for residential and administrative reinforced concrete buildings with different number of storeys and heights are analyzed. The first one is a model for a seven-storey reinforced concrete flat slab building with three bays in each direction and column spacing ranging between 4 and 6 meters, as shown in Figure 1. The slab thickness is 12 cm for solid slab floors with beams of 25 x 50 cm cross-section, and 18 cm for flat slab floors without or with marginal beams of 25 x 60 cms cross-section. Column dimensions started from 60 x 60 cms at base and curtailed 5 cm each direction at each floor to reach 30 x 30 cm at the seventh floor. Columns are assumed to be fixed at their bases.

The second model is a 14 - storey R.C. building with combined core walls and columns, of about 400 m^2 plan area, storey height of 3 meters, and an average column spacing of about 4.5 meters. The first three floors are solid slabs of 12 cm thickness with beams of 25 x 70 cm cross-section. Other floors are flat slabs of 18 cm thickness with marginal beams of 25 x 60 cm cross-section. Column dimensions are about 40 x 150 cm at base and gradually curtailed to 30 x 50 cm at the last floor. Core walls are of 30 cm thickness at base and curtailed to 25 cm at the building top. The building is situated on R. C. mat foundation of 1.2 m thickness as shown in Figure 1.

The third model is a 30- storey R.C. building with combined core walls and columns as shown in Figure 1, plan dimensions of 20 x 30 meters, storey height of 3 meters, and an average column spacing of about 5 meters. All floors are solid slabs of about 15 cm thickness with beams of 30 x 80 cm cross-section. Composite column dimensions are about 120 x 120 cm at base and gradually curtailed to 30 x 50 cm at the last floor. Core walls are of 40 cm thickness at base and gradually curtailed to 25 cm at the building top. Flooring weight in all models is taken 150 kg/m^2 and the equivalent weight of walls and partitions is taken 200 kg/m^2. Columns are assumed to be fixed at their bases.

METHOD OF ANALYSIS

Both response spectrum and time history approaches adopted in the seismic analysis of this study are conducted using the well-known linear-elastic computer program "SAP 90 P" [8]. Response spectrum and time history approaches require the undamped free vibration mode shapes and natural frequencies of the building.

Input data for the spectrum analysis are specified by the spectrum of the October 1992 earthquake for 500 - year return period [2], spectra of the ECS-1991 [3], the spectrum of the UBC-1991 [4] for zone 1 soil type S2 (deep stiff soils), and the spectrum of the ESEE-1988 [5]. The spectrum of the 1992 earthquake, shown in Figure 2a, was used in this work; as traditionally seismic hazard for the design of

SEISMIC ANALYSIS OF MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE BUILDINGS (A COMPARATIVE STUDY)

By
Magdy E. Kassem*

ABSTRACT

Detailed dynamic analysis of seismic effects is carried out on multistorey reinforced concrete buildings in Egypt, and the results are compared with those obtained from simplified static approaches recommended by different codes. Many R.C. buildings were examined after the earthquake of the 12th of October 1992 to assess the damages. The floors of these buildings were either solid slabs, hollow block slabs, or flat slabs. The focus is on free vibration characteristics, base shear forces, base moments, and response to different earthquake ground motions.

Objectives are to find out the range of the natural frequencies and periods of such builings; and to compare seismic loads obtained using dynamic analysis with those evaluated according to simplified static analyses of different codes. Both spectrum and time history analyses are conducted for three different multistorey buildings. Among different considered response spectra, are a spectrum for the October 1992 earthquake for 500 - year return period, the spectra of the ECS-1991, UBC- 1991, and the ESEE-1988. The study attempts to identify practical considerations in the design of residential and administrative multistorey buildings subjected to earthquakes and presents some recommendations. The influences of the number of stories of the building, column spacing, concrete characteristic compressive strength, damping ratio, and slab type are assessed and aspects of the building seismic behaviour are explained.

INTRODUCTION

The principal concern in earthquake resistant design is not only to prevent collapse under expected intense earthquakes during the building lifetime, but also to insure that the building remains operational after such earthquakes. The Egyptian specifications [1] until 1989 did not include any design recommendations related to earthquakes. Before 1989, most multistorey buildings were designed according to either the old Egyptian code, or to the UBC American code 1976 [4] as lying in zone 2, or according to the critical yearly wind loads in Egypt. The ECC-1989 [1] classifies Egypt into two seismic zones; most regions are classified as zone 1 except the Red Sea coast, South Sinai, and Aswan which are classified as zone 2. It considers that buildings lying in zone 1 are subjected to low intensity earthquakes, while those lying in zone 2 are subjected to moderate intensity ones. Eguivalent static horizontal forces for zones 1 and 2 are specified to be 1% and 2% (or more) of the design vertical loads, W, respectively.

The ECS-1991 [3] and the ESEE-1988 [5] classify Egypt into three and four seismic zones, respectively, specify equivalent static horizontal seismic forces, and provide spectra of horizontal ground acceleration for dynamic analysis for buildings in Egypt. The new ECDL-1993 [6] is similar to the ECS-1991 with some differences in the classification of seismic zones and coefficients. The code also provides seismic zoning map for Egypt.

Most codes specify the suitable approaches to be used in the seismic analysis of buildings with different heights, structural systems, setbacks, etc. Checks are needed to verify that the base shear evaluated from the dynamic analysis is not less than 90% of the base shear calculated from equivalent static analysis, and that the storey shear determined from the dynamic analysis is not less than 80% of the storey shear

* Assistant Professor, Structural Engineering Department, Cairo University, Giza, Egypt.

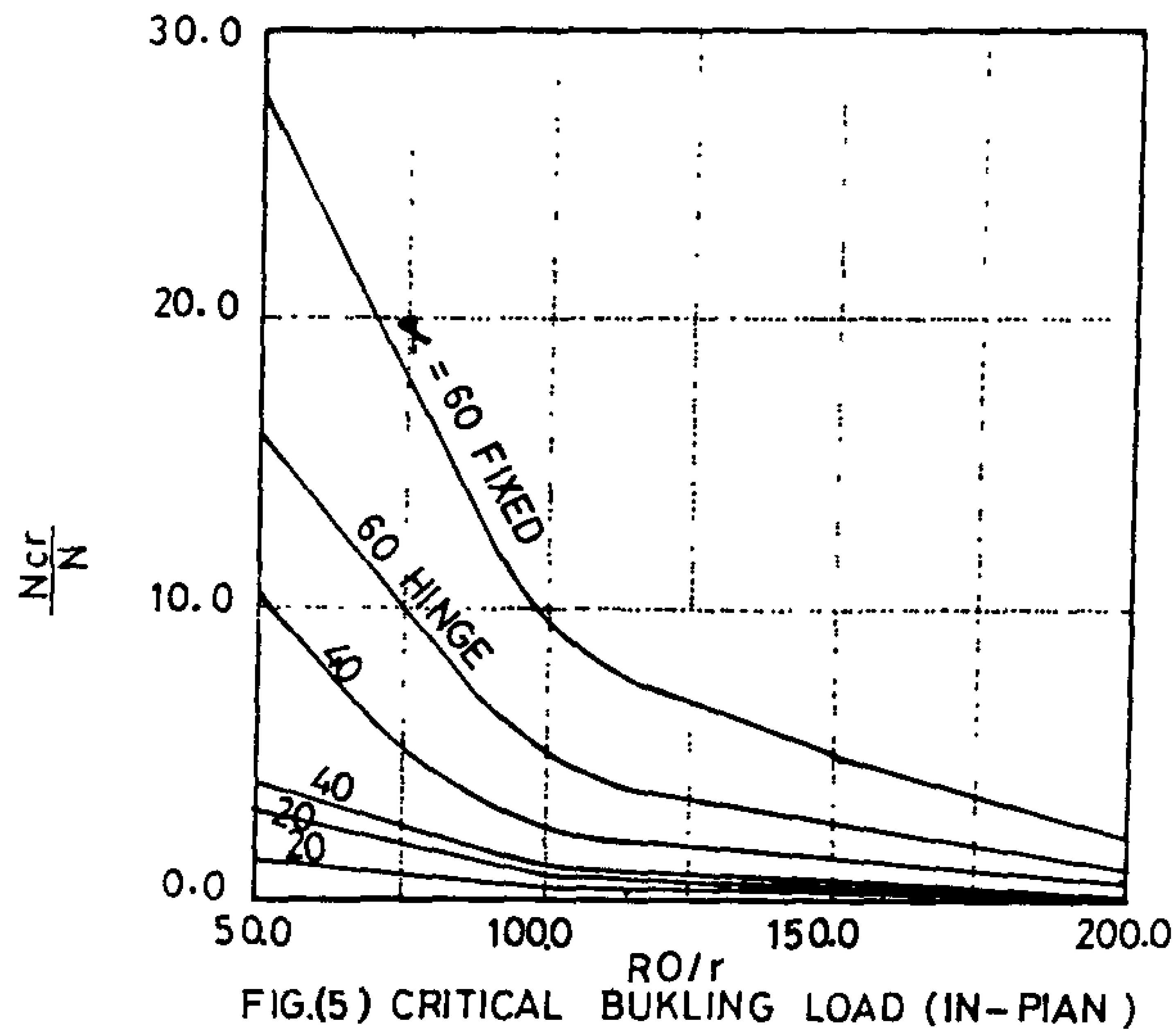


FIG.(5) CRITICAL BUKLING LOAD (IN-PIAN)

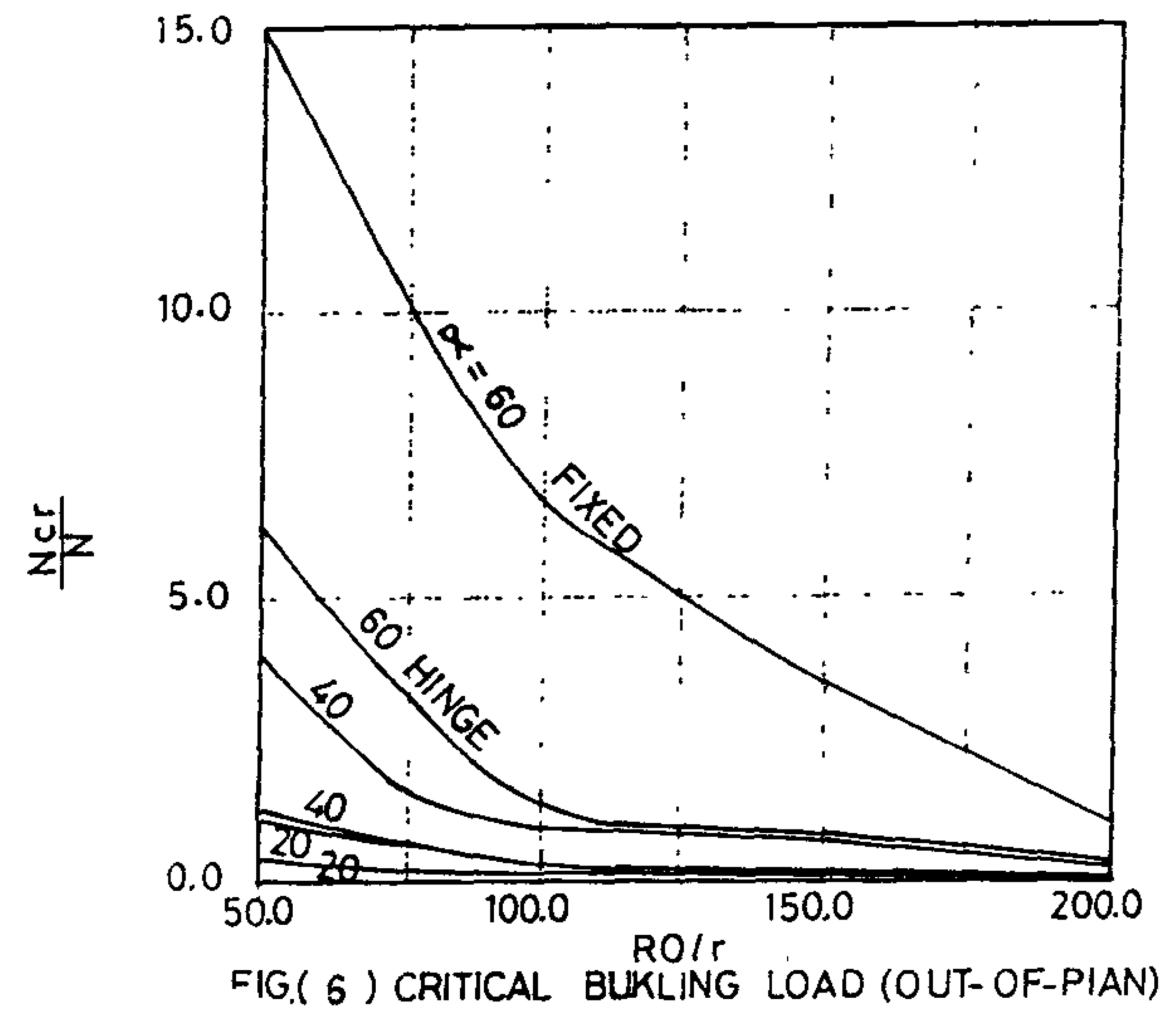


FIG.(6) CRITICAL BUKLING LOAD (OUT-OF-PIAN)

REFERENCES

1- *Ereiba A. and Essa M, "Space Dynamic Analysis Of Elastic Circular Arch", Vol. 26 No. 2, June 1991, page 1-11*

2- *Ereiba A. and Mabrouk. A., "Space Dynamic Analysis Of Elastic Parabolic Arch", Vol. 26 No. 2, June 1991, page 12-22.*

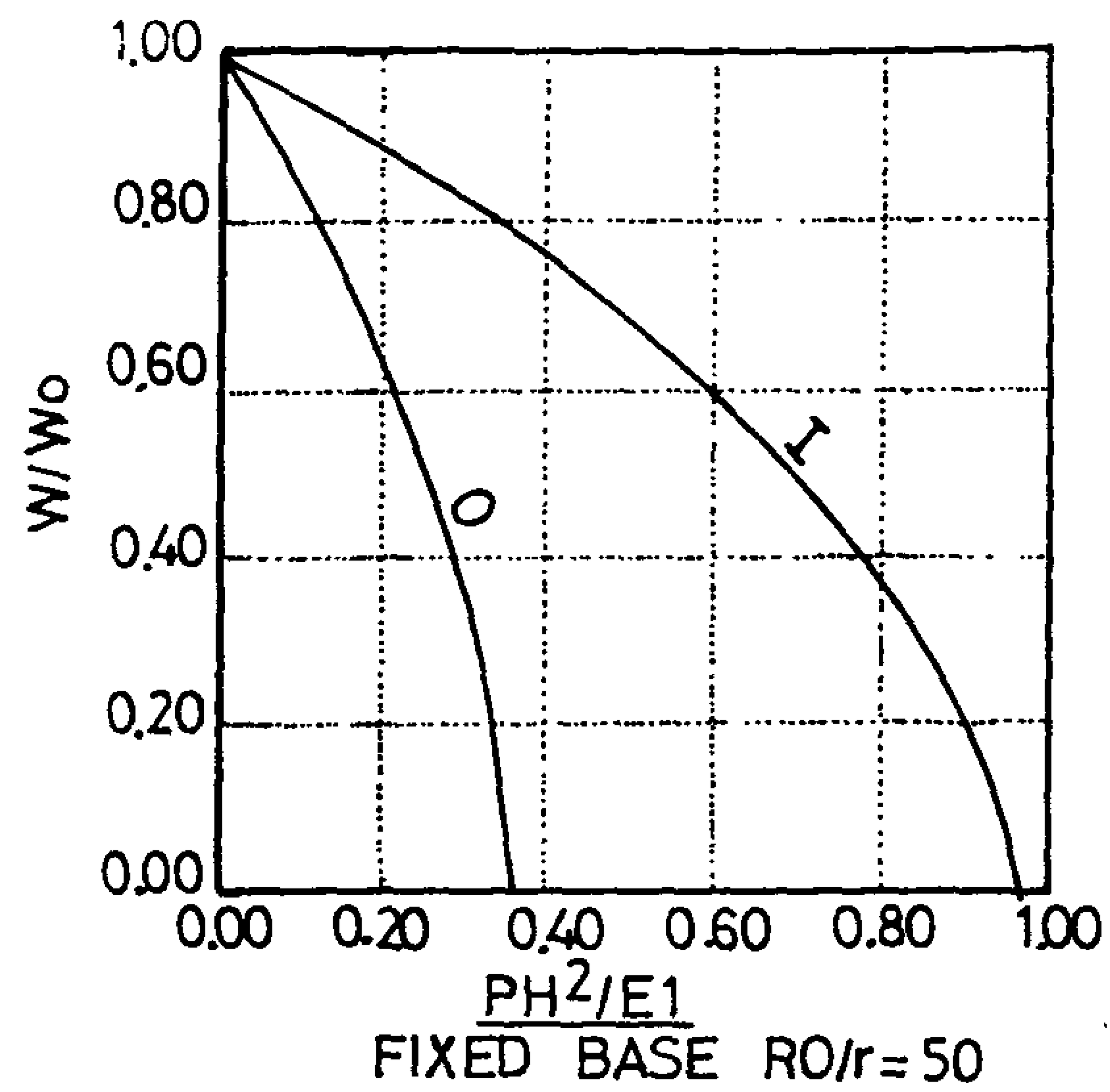
3- *Franklin T. Cheg, "Vibration Of Timoshenko Beams And Frameworks", Journal Of The Structural Division, March 1970.*

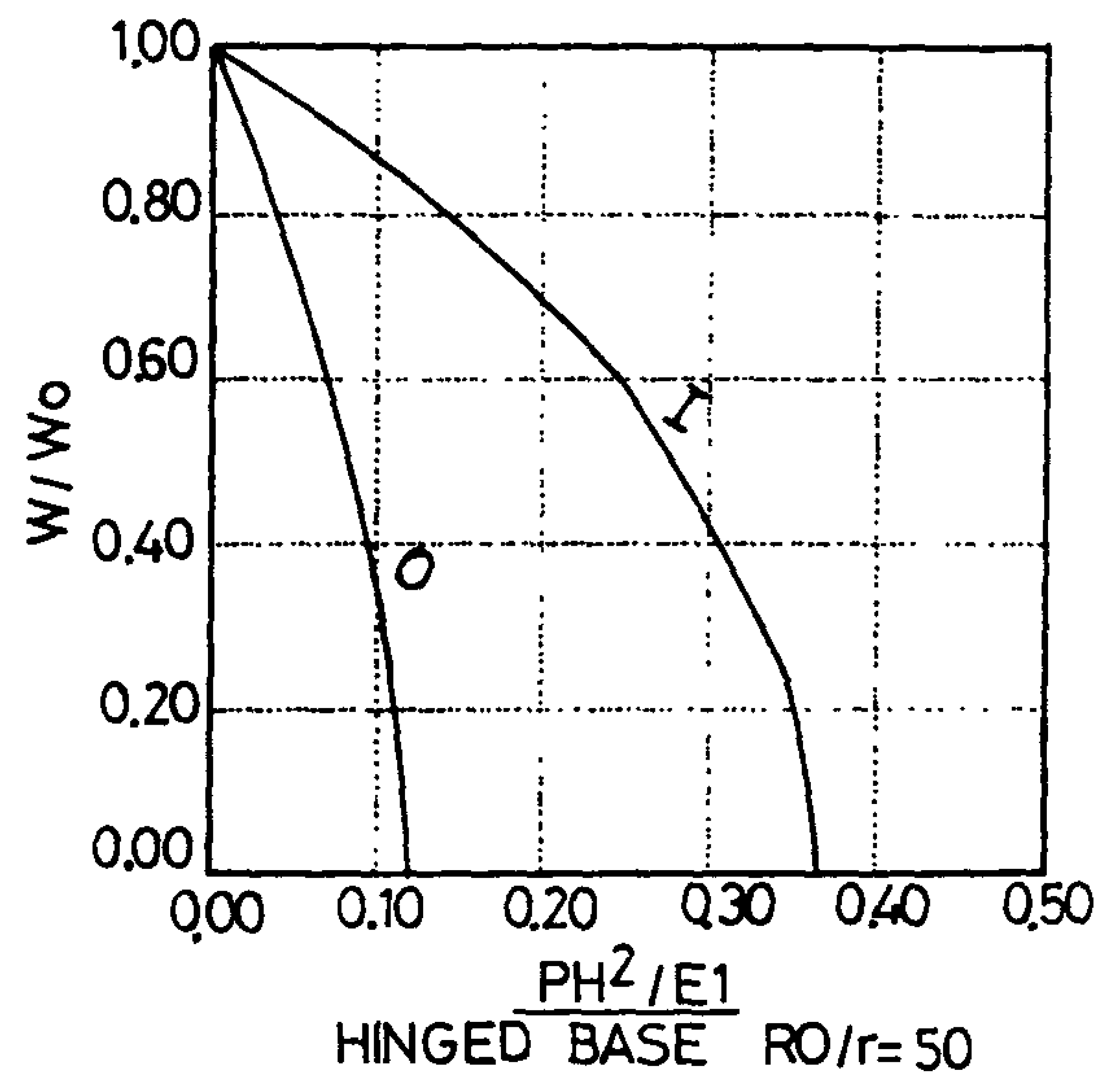
4- *F.W. Williams And W.H. Wittrick, "Efficient Calculation Of Natural Frequencies Of Certain Marine Structures," International Journal of Mechanical Sciences, 15, 1973.*

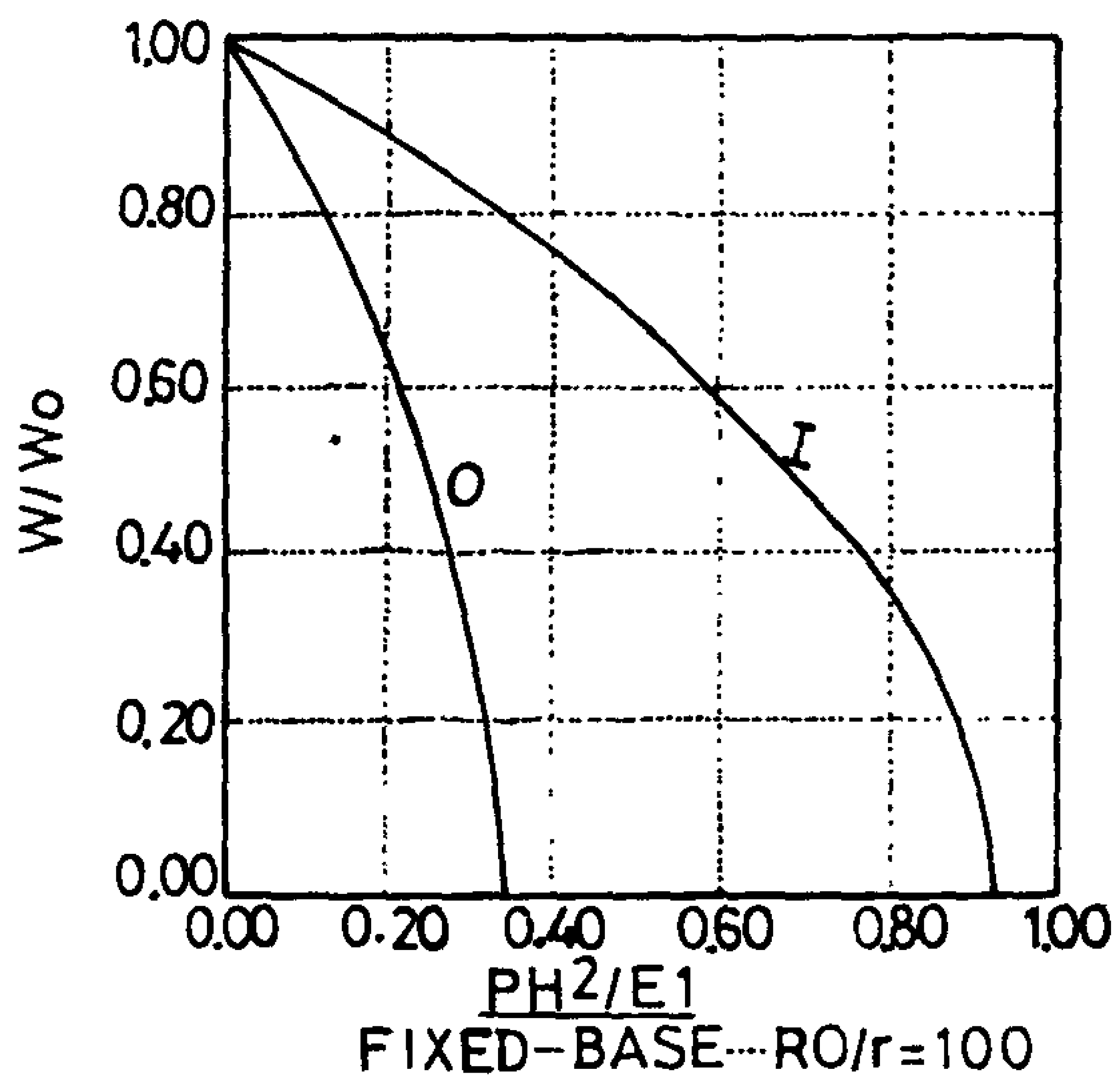
5- *Kiger, S. A., Getchell, J.V. "Vulnerability Of Shallow-buried Flatroof Structures" Report 1 Foam Nest 1 and 2, TR-N-SL- 80-7, Sept. 1980, U.S. Army. Eng. Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.*

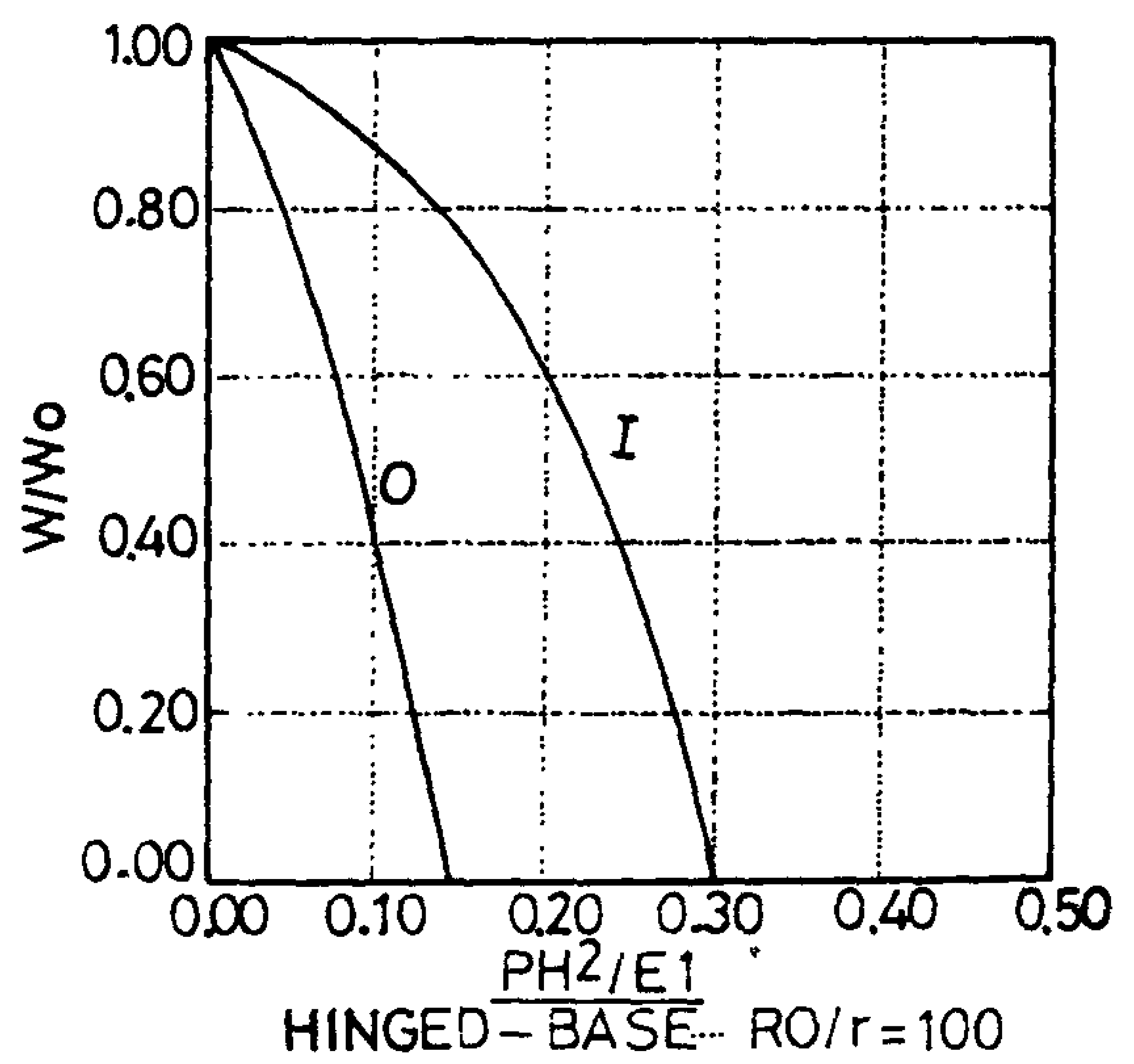
6- *Leslie K. Guice, And Sam A. Kiger, "Response Charts For Designing Against Nuclear Over Pressures," U.S. Army Eng. Waterways Experiment Station, P.O. Box 631, Vicksburg, MS 39180*

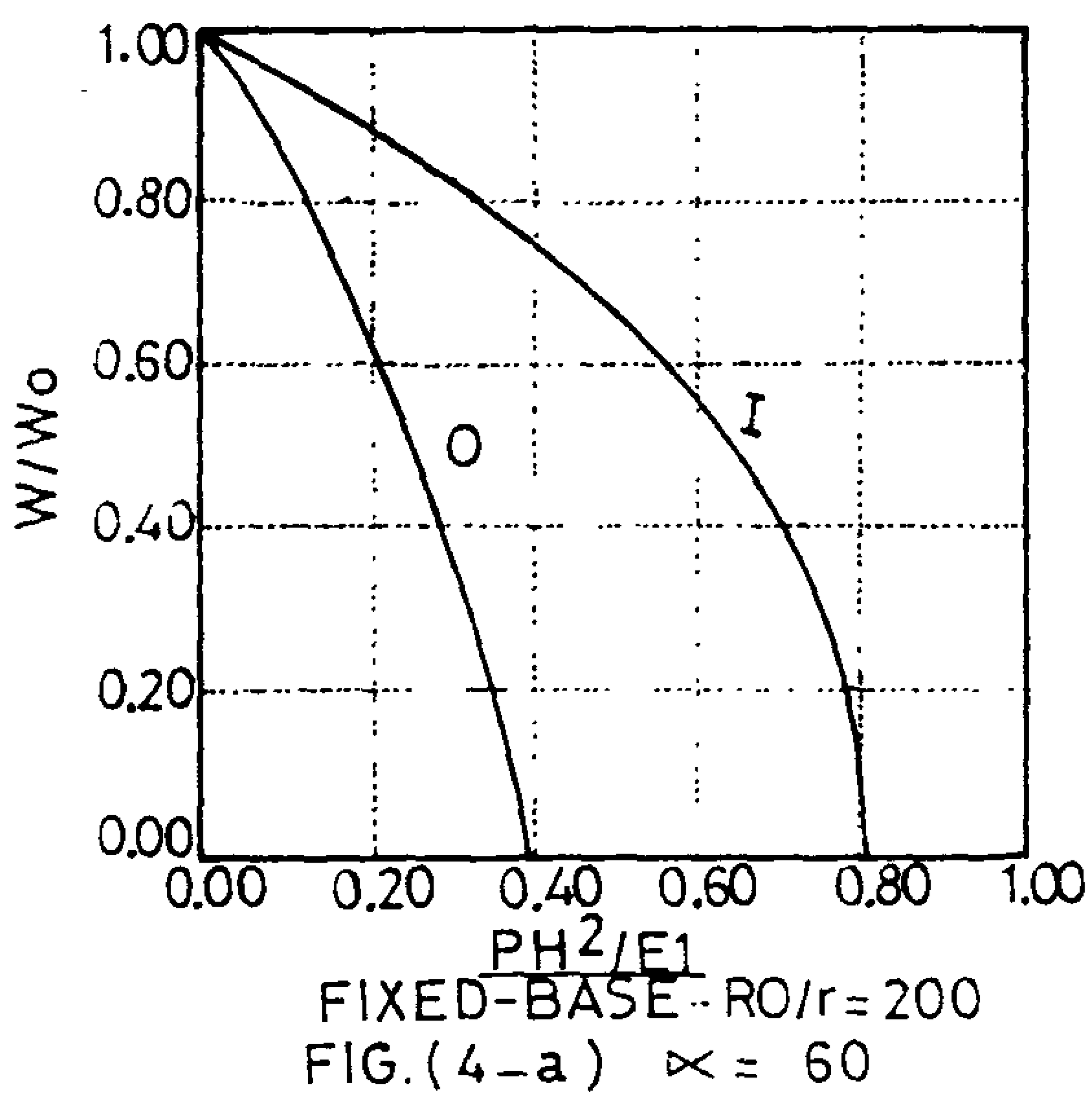
7- *Paul M.Lattoud "Improved Design Procedure For Shallow-buried Structures To Resist Airblast Loading," Huntsville Div., P.O. Box 1600, Huntsville, Alabama 35807 - 4301.*











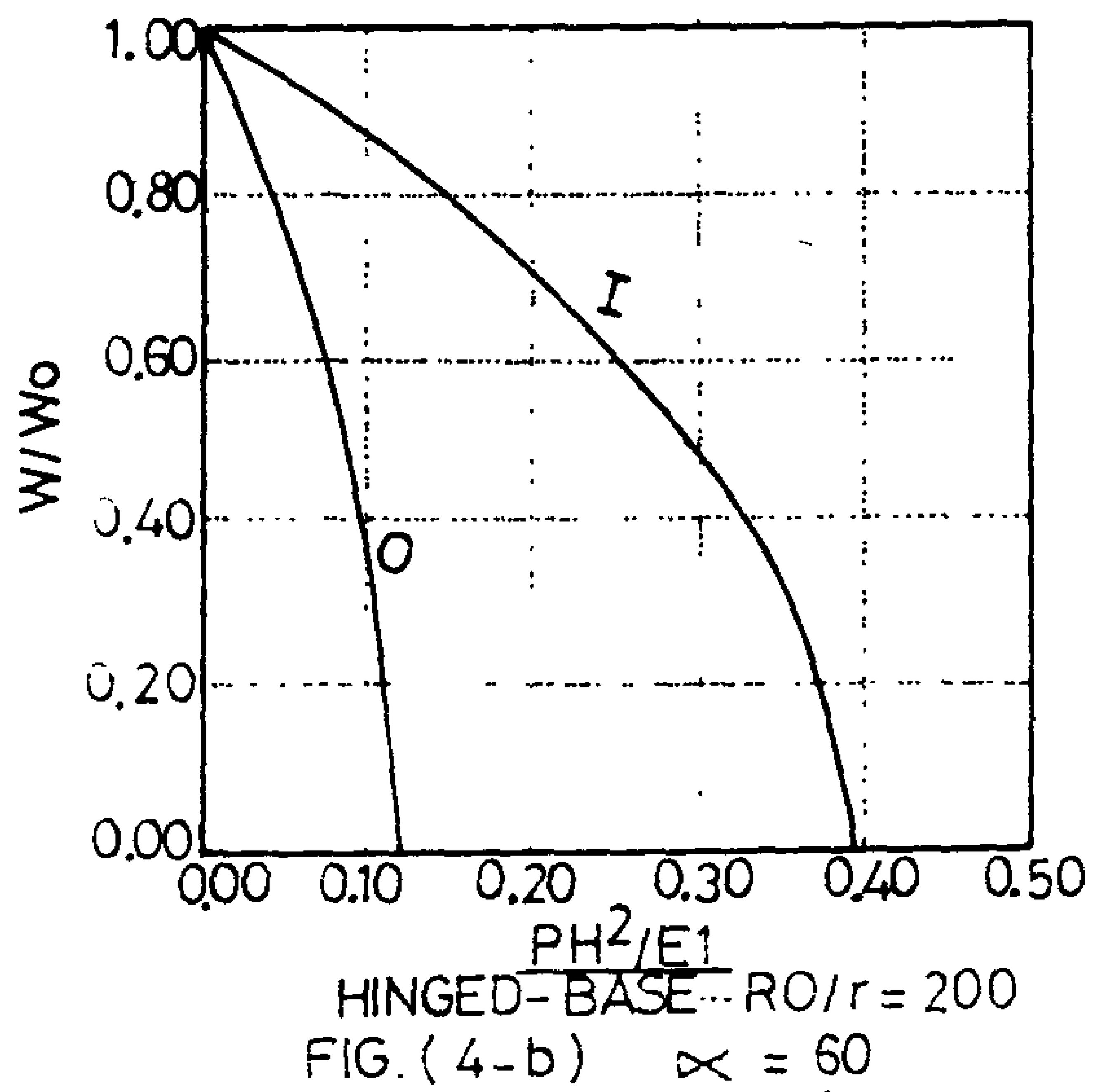
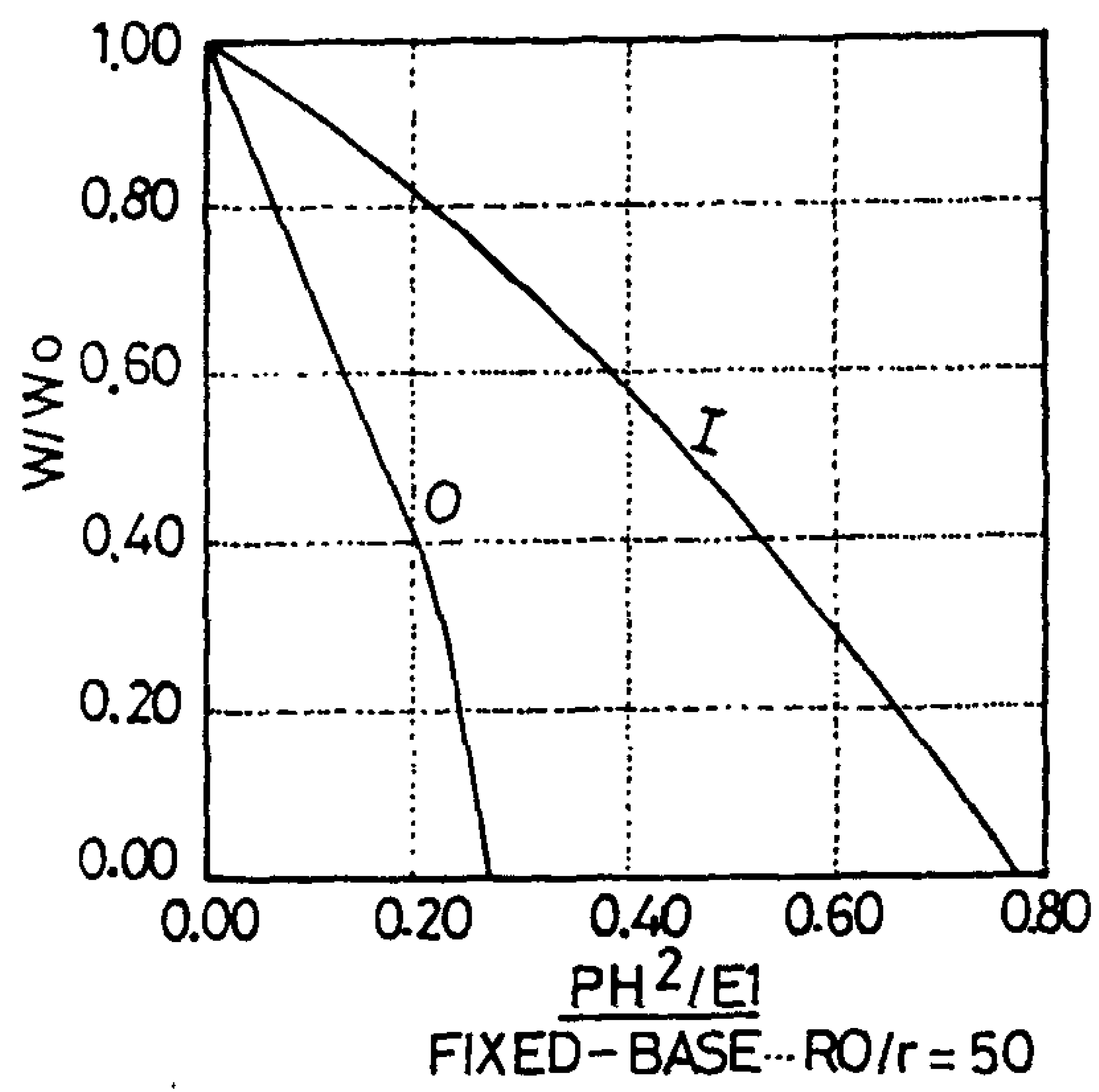
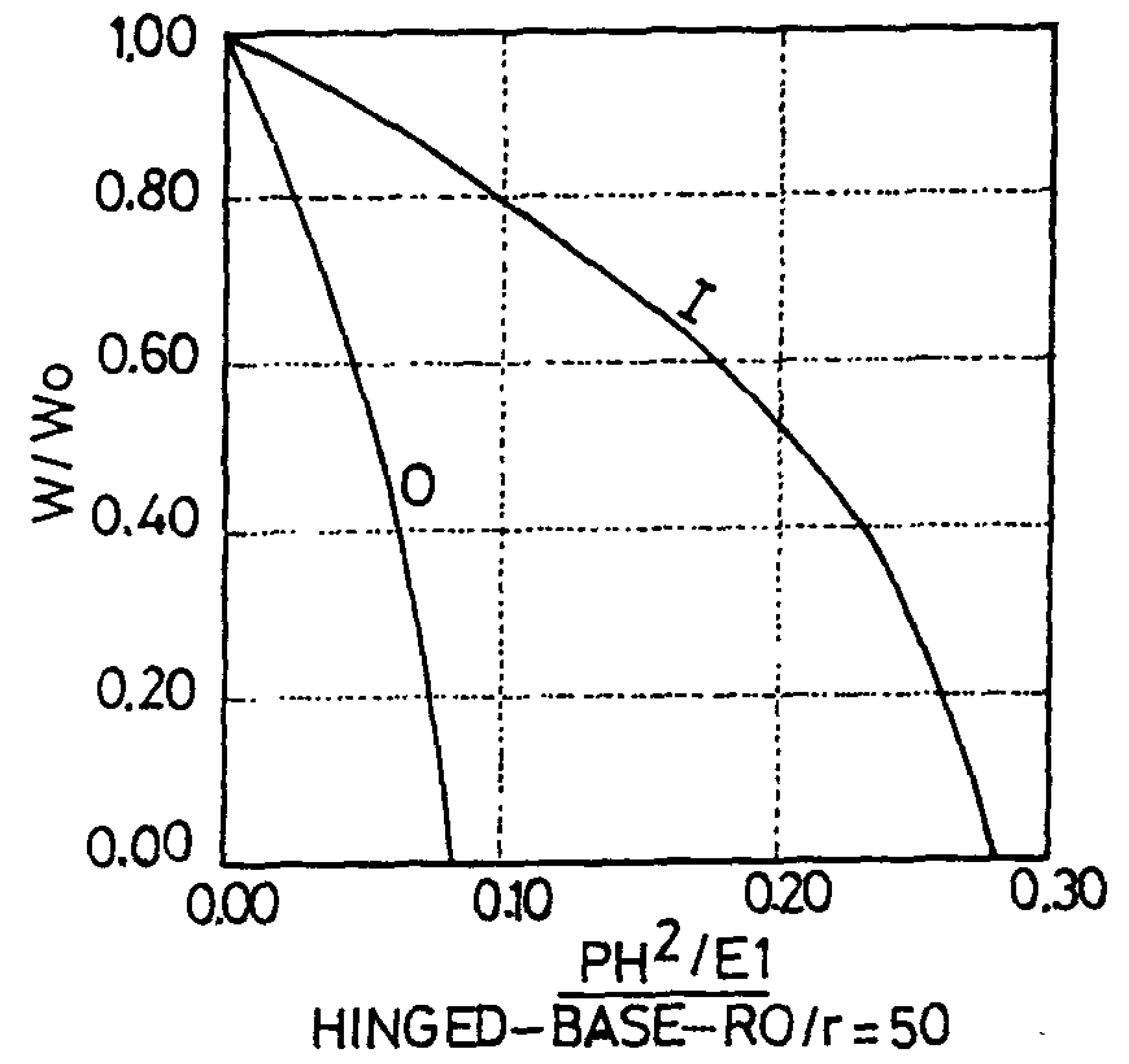
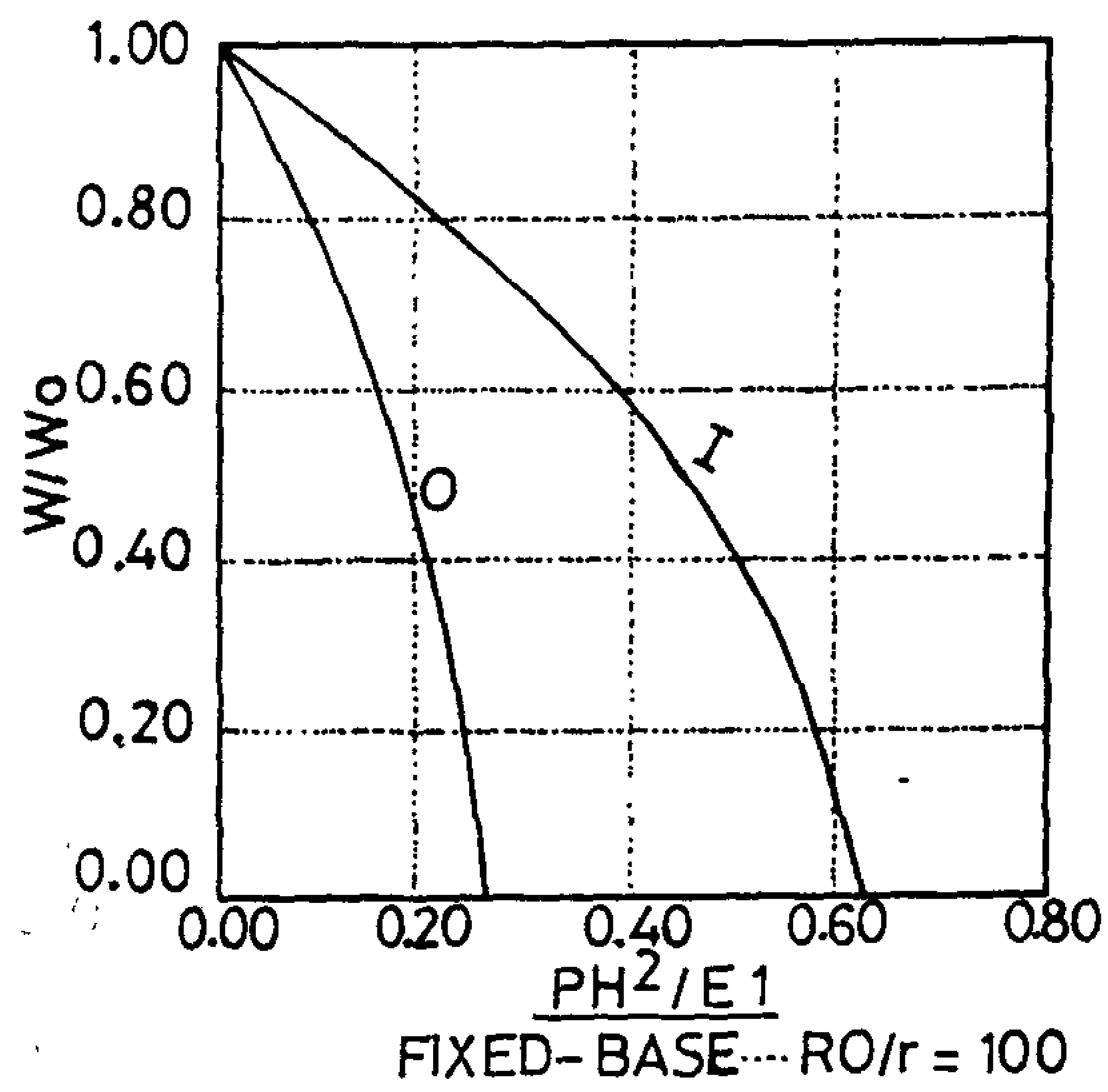
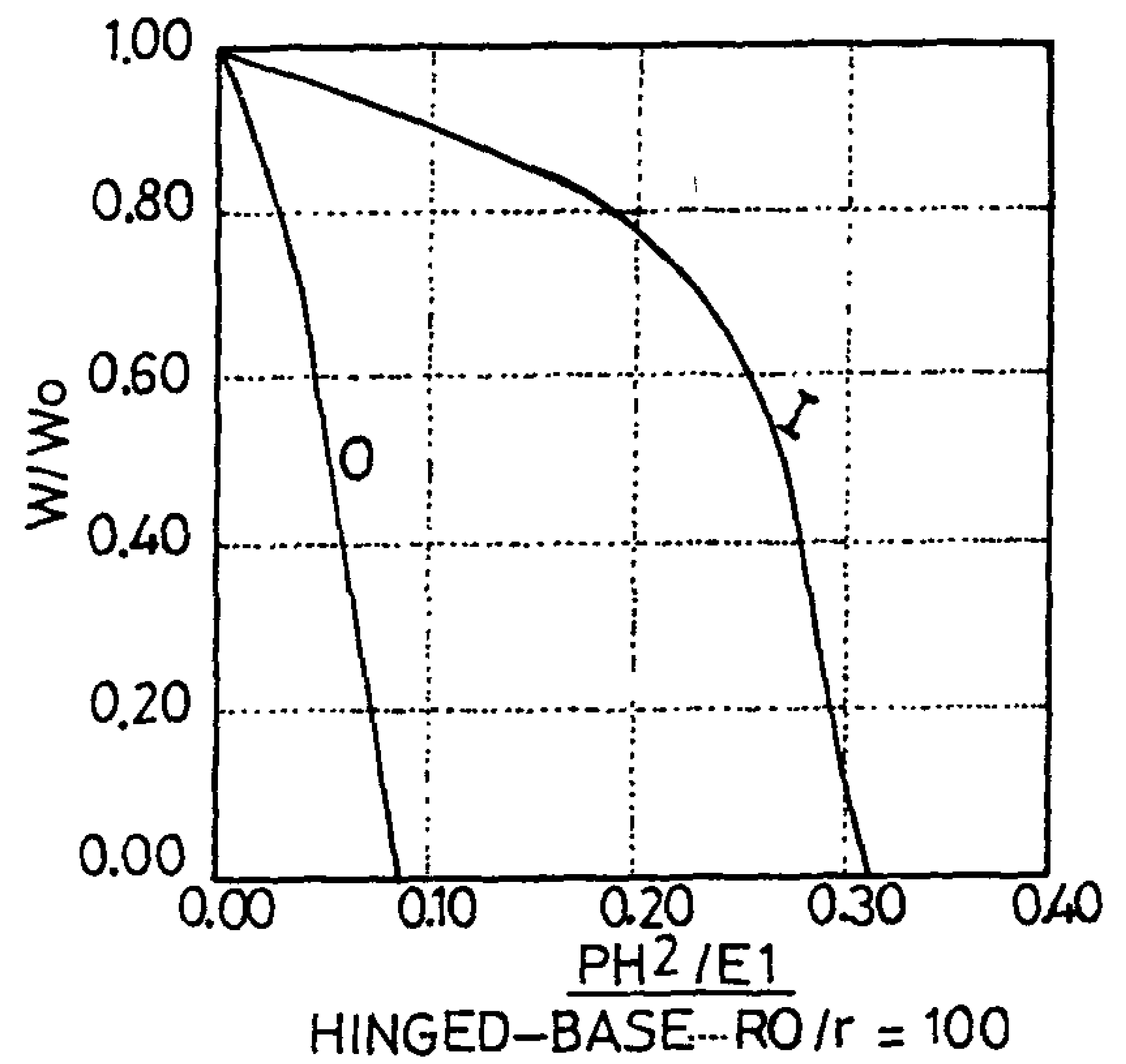


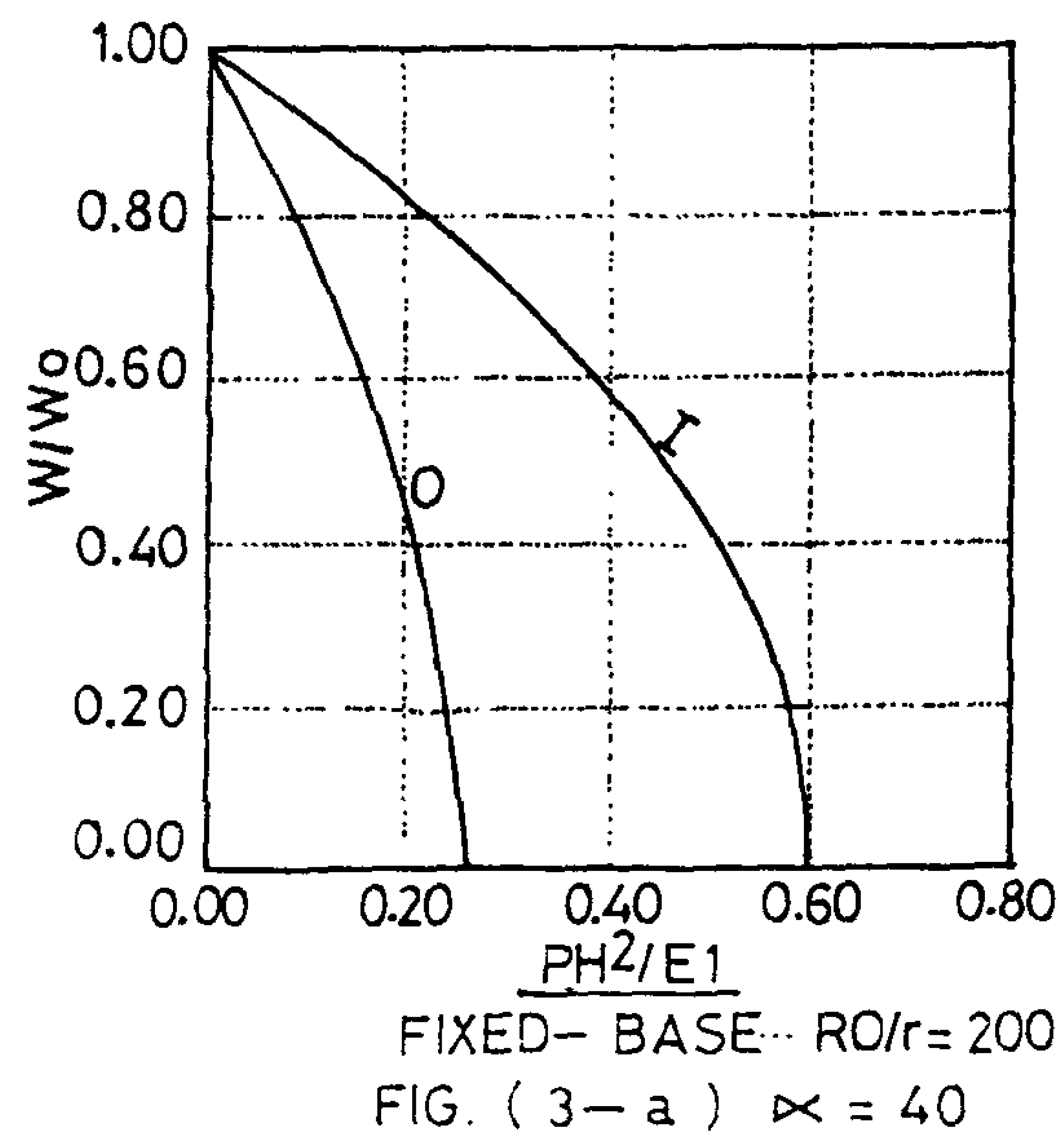
Fig. 4- Arch behaviour for 60° central angle.











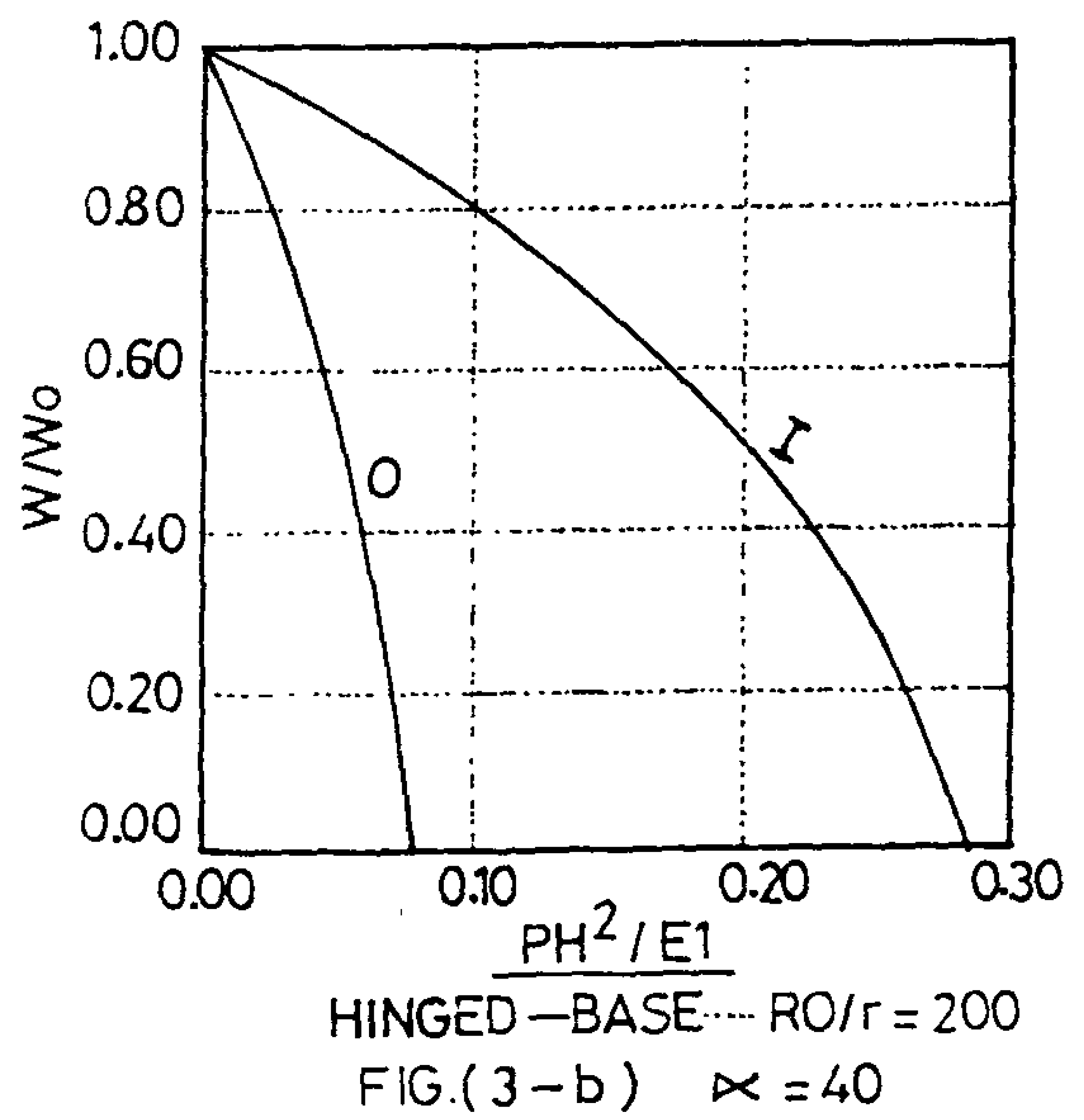
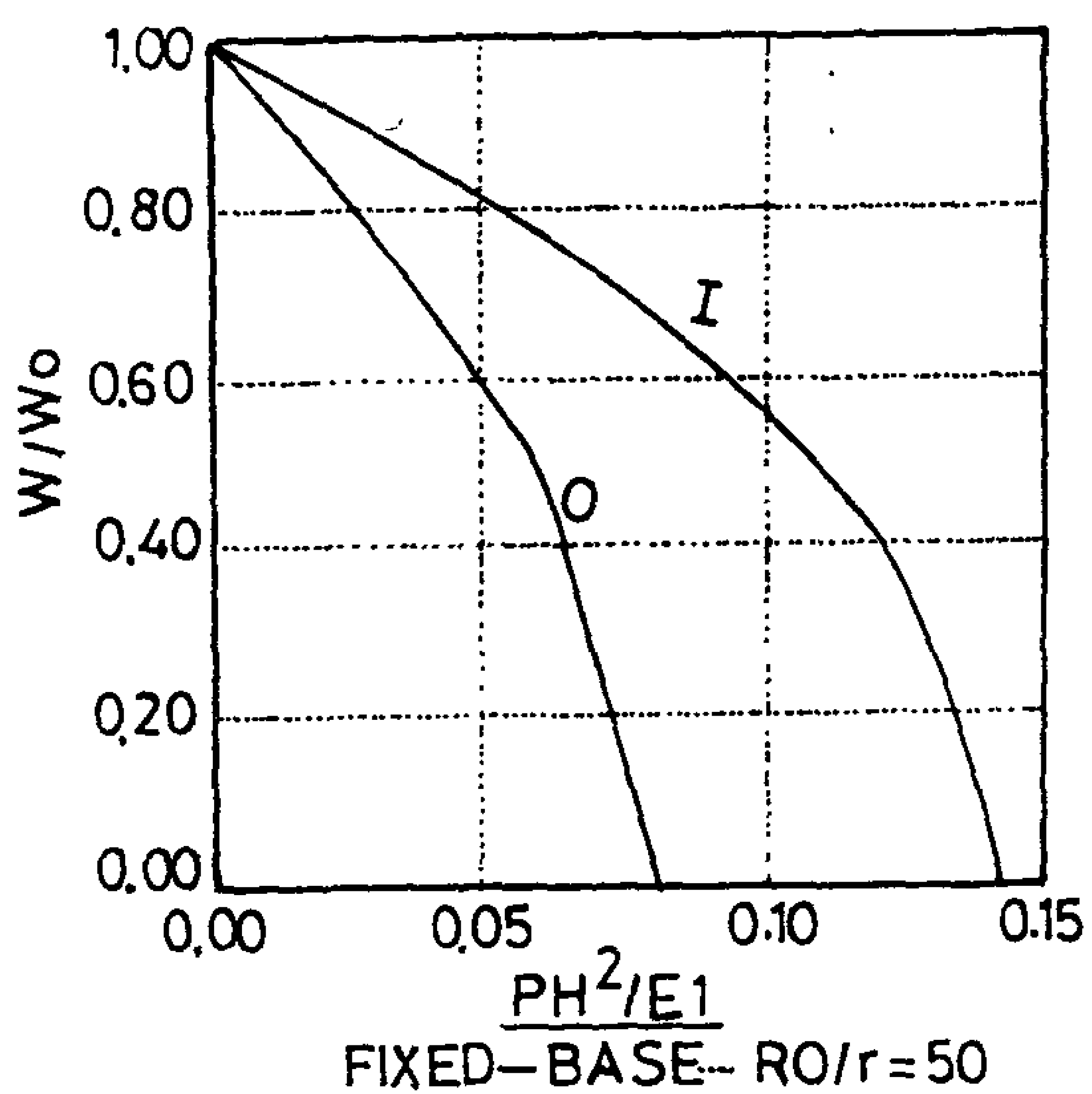
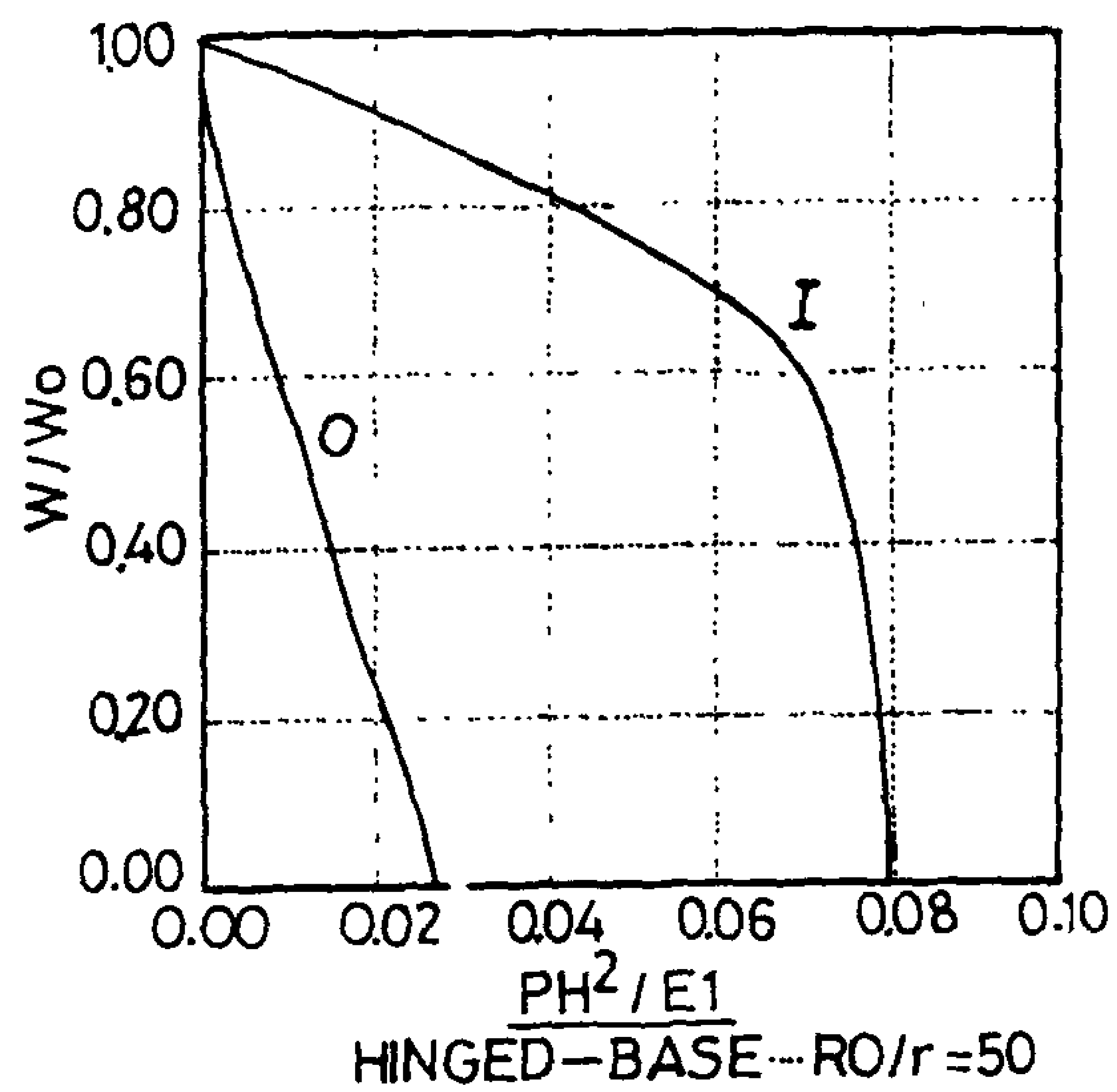
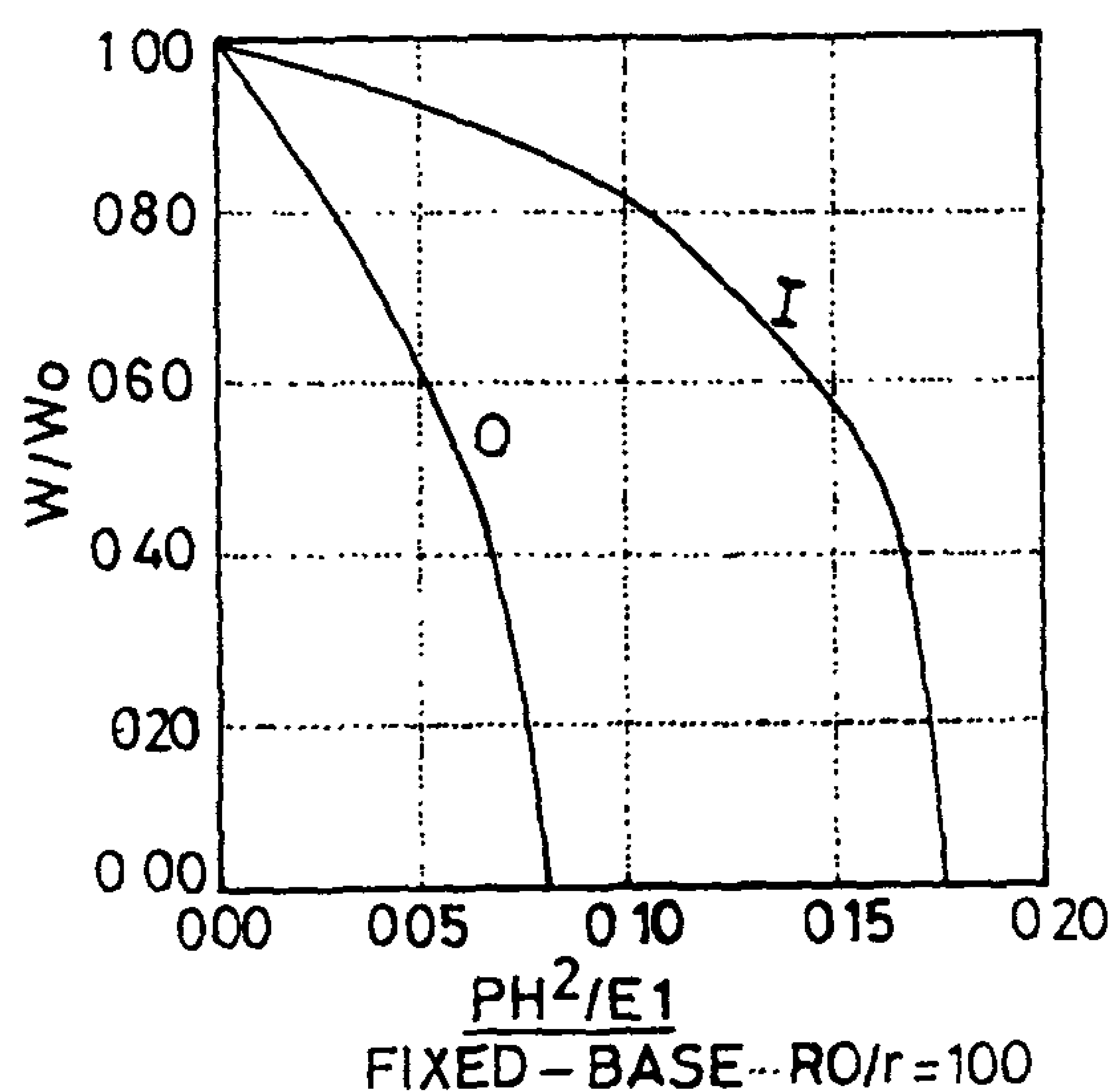
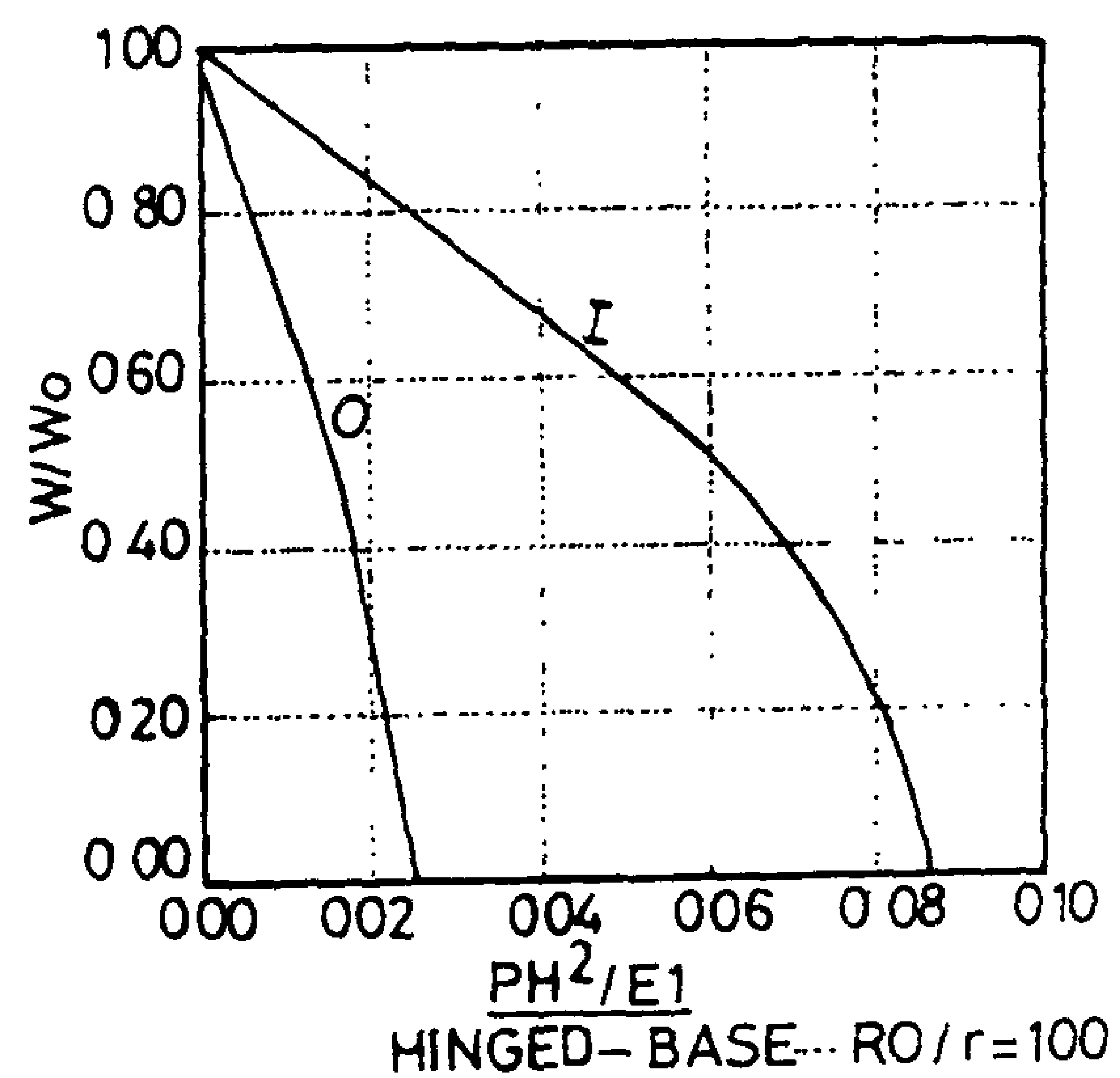


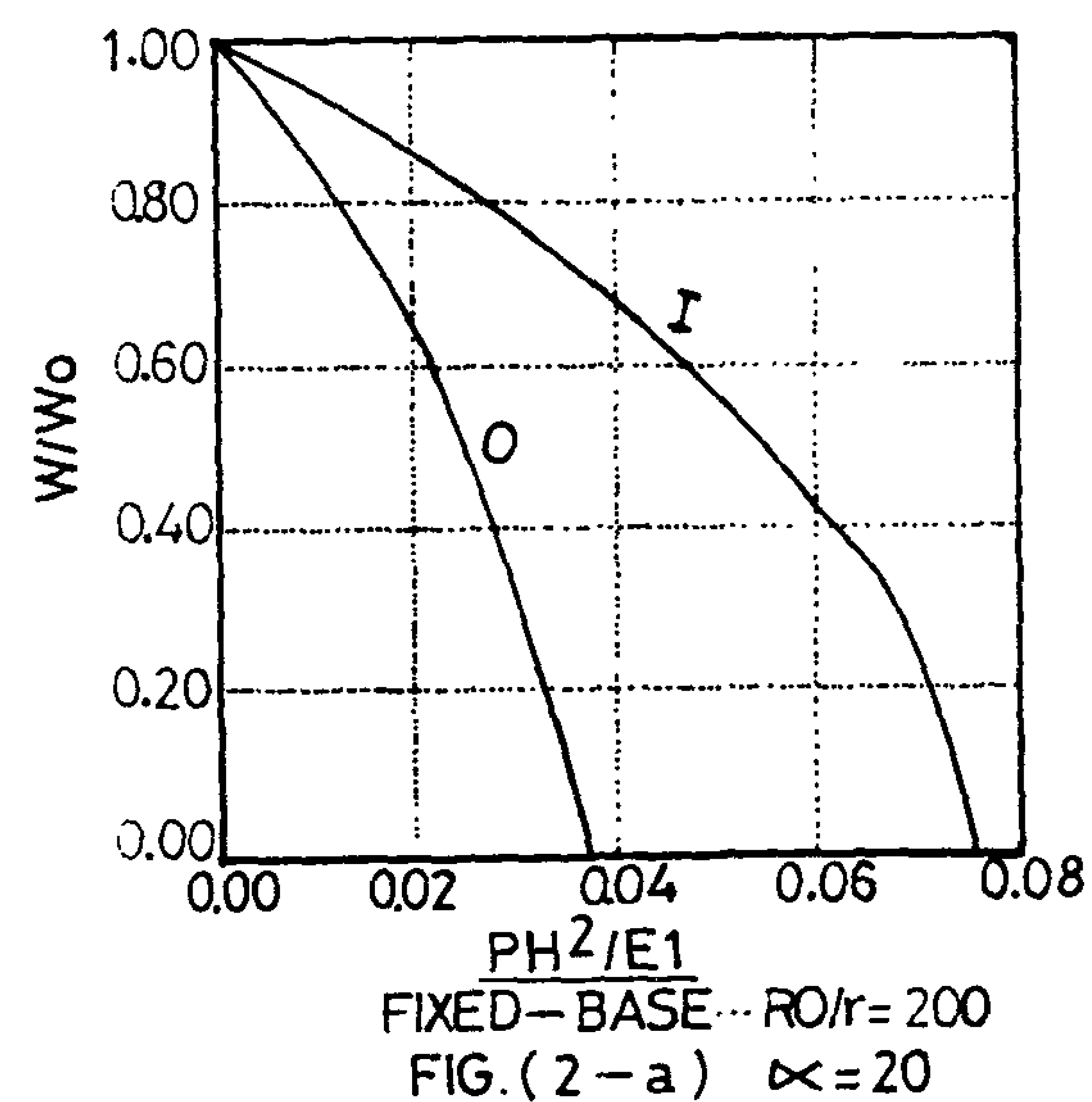
Fig. 3- Arch behaviour for 40° central angle











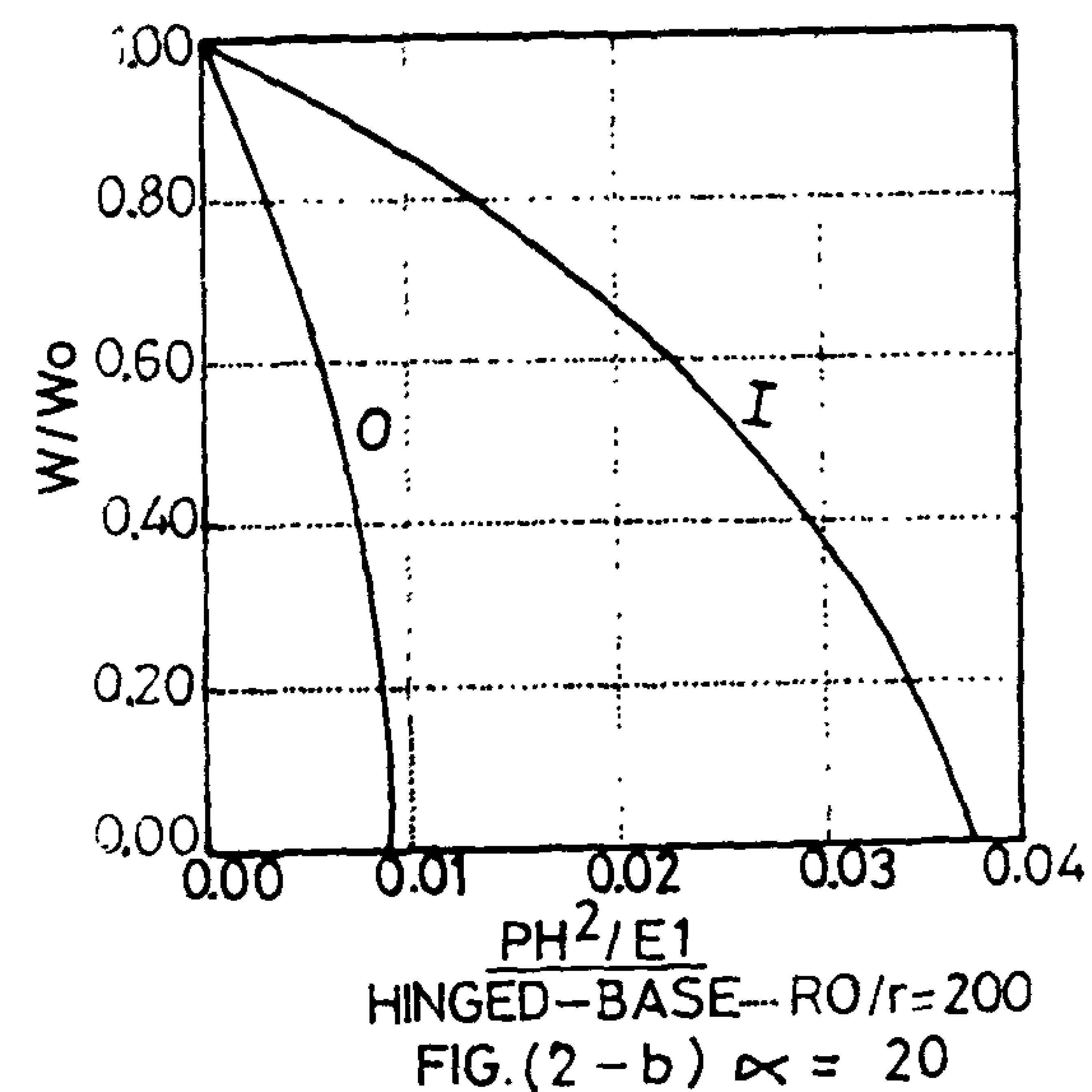


Fig. 2- Arch behaviour for 20° central angle

plane and out-of-plane.

Three models of parabolic arch are used in parametric study and their properties are presented as shown in table (1), (2), and figure (1).

Figures (2,3,4) investigated the relationship between the natural frequency ratio (w/wo) and $\frac{PH^2}{EI}$ load parameter ratio for two fixed and hinged parabolic arches with different values of (Ro/r), and central angles (α).

The first natural frequencies ratio in-plane and out-of-plane decreases when the inernal axial forces in arch elements are increasing, otherwise; the critical buckling load of arch is increasing when the cross-sectional area and central angle are increasing.

For three models used in studying the minimum and maximum values of ratio $\frac{PH^2}{EI}$ is 0.011 to 0.88, respectively.

Also the relationship between the (Ro/r) and (Ncr/N) ratio, drawn in Fig. (5), (6) for the two fixed and hinged parabolic arches, gives the critical buckling load of the arch for various cross-sectional area.

From the preceding curves the following notes may be recorded:

A- In the first mode out-of-plane the maximum ratio (Ncr/N) is 14.8; otherwise in-plane is 28.00.

B- The maximum and minimum values of (Ncr/N) will be obtained in all cases when (Ro/r) ratio is equal (50.0) and 200.0, respectively.

C- Figures (2,3,4,5 and 6) stated that the dynamic behaviour of fixed and hinged parabolic arches, determines the critical buckling load.

Table 3 - Constant { C }

α	(C)			
	fixed base		hinged base	
	out of plane	in plane	out of plane	in plane
20	36.63	58.03	2.36	8.79
40	12.31	34.35	2.4	6.91
60	6.326	19.91	1	2.5

D- Based on previous point the approximate formula, which determines the critical buckling load ratio (Ncr/N) out-of-plane and in-plane for a fixed and hinged parabolic arch, is shown in equation (4).

$$Ncr/N = C\, e^{-02 \{ Ro/r \}} \qquad (4)$$

6- CONCLUSION

By using the dynamic stiffness matrix a set of curves have been presented from which it is possible to obtain the critical buckling load and the dynamic behaviour of two fixed and hinged parabolic arch in- and out-of-plane for first mode shape.

From previous curves the following notes may be recorded:

1- When increasing the thickness of soil over the arch, natural frequency of the arch decreases in-and-out-of-plane till a certain point after which the curve falls down rapidly towards the failure point.

2- The critical buckling load for a two fixed arch is bigger than the two hinged arch with the same properties of geometry.

3- When increasing the geometric ratio (Ro/r), the critical buckling load is decreasing.

4- When the central angle (α) is increasing the critical buckling load is decreasing.

5- When increasing the cross-sectional area of the arch, the natural frequency of arch and critical buckling load is increasing.

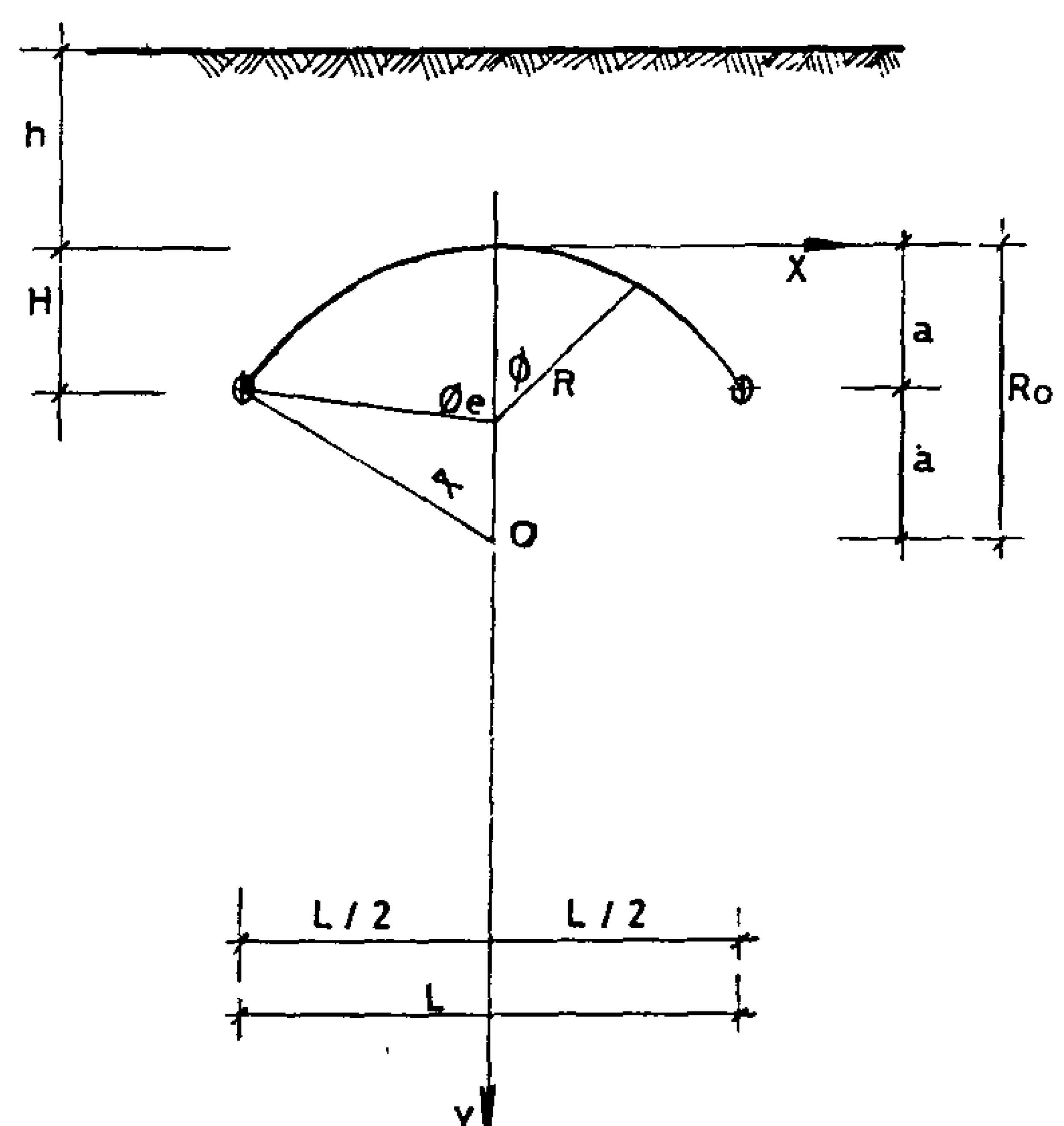


Fig. 1- General shape of parabolic arch.

Iy = moment of inertia about y - axis

From the geometry of parabolic arch we can put the relation between (R), and (Ro) in the form:

$R = Ro \sec^3 \phi$ .... (2)

Table (1) gives the geometric relation between (Ro/r) and the cross-section properties.

Table (1) - Section properties

Prop.	Ro/r		
	200	100	50
r	0.2	0.4	0.8
d	0.8	1.6	3.2
A	0.5027	2.0106	8.0425
Ij	0.0402	0.6434	10.3
Iz = Iy	0.0201	0.3217	5.1472

(3-2) STRUCTURAL PARAMETERS

For each value of (a) the values of (H) and, (L) of the three models of parabolic arch will be various according to table (2).

Table (2) - Arch parameters

model	a	L	H
1	20	27.409	2.348
2	40	52.612	8.65
3	60	76.014	18.057

(3.3) SOIL PARAMETERS

The main parameter of soil affecting the shallow buried structure is the depth of soil (h) over the arch. The overall depth of soil over the parabolic arch is various from (h) to (H+h). The soil depth is translated to arch body, by internal force which affects the dynamic behaviour and the critical buckling load.

The total soil weight over the parabolic arch (WT) is calculated by:

$WT = Ks\,(h + H/6)$ .... (3)

Where

Ks = geometric weight factor, which is a function of unit weight of soil, arch spacing and arch dimension.

Soil weight of shallow buried arch translated to the arch as an internal compression forces as a function of soil thickness (h) and arch geometric parameter shape and natural frequency of arch.

This research has provided the basis for studying the dynamic behaviour of shallow buried arch with considering the influence of soil-structure interaction as a weight function in developing the overall dynamic behaviour.

4 - ITERATIVE PROCEDURE

The steps of study can be summarized as follows:-

1- Firstly, static analysis is computed of different cover thickness of soil over the structure (h) which gives the total weight of soil (WT), to determine the internal forces of the arch (P). Therefore $\frac{PH^2}{El}$ is the parameter indicating the variation of soil thickness over the arch.

2- The dynamic stiffness matrix, considering the effect of axial forces, shear deformations and rotatory inertia is used to determine the natural frequencies and their corresponding mode shapes. If (wo,w) are the lowest natural frequency of the arch over the ground surface and for different values of soil thickness over the arch, therefore (w/wo) is the parameter indicating the variation of natural frequency for different values of soil thickness over the structure.

3- Plot the parameters in step (1), and (2) to know the shape of dynamic behaviour of arch for the previous models.

4- Otherwise, from step (3), we will obtain the critical buckling load (N_{cr}) for previous models which occur at (W/Wo = o). Then, if (N) is the maximum capacity of section, we plot a curve which indicates the relation between buckling load parameter (Ncr/N) against geometric parameter (Ro/r).

5- Analysing the previous results, and using other models for (Ro/r = 75, 150, to deduce the approximate formula between (Ncr/N) and (Ro/r).

5- RESULTS AND DISCUSSIONS

The author investigates the effect of different parameters on the dynamic behviour of the shallow buried parabolic arch. Dynamic stiffness matrix is used to determine the first natural frequencies in-

response of such structures has to be done from both theoretical investigation and experimental ways.

The dynamic behaviour of a steel parabolic arch depends on the support conditions at the base, cross-sectional area, radius of curvature, height, and span of arch. The parabolic steel arch can be subdivided into two categories:

1- Over-ground parabolic steel arch.

2- Under-ground parabolic steel sarch.

The first structural category is dealing with ordinary method of analysis (1,2,4). In these researches the author investigated the effect of geometrical parameters with the natural frequencies of structures. Other theses determined the critical buckling load taking into consideration the effect of internal axial load in structure (1,2).

Otherwise, a few theses deal with the underground structure to study the dynamic behaviour (5,6). It was investigated that the design of shallow-buried underground rectangular structures has evolved from simplified analytical procedures which ignore the beneficial effects of soil structure interaction. The present design procedure is based on recent research which results in much more economical structures.

2- METHOD OF ANALYSIS

The dynamic stiffness matrix technique is an infallible method in finding all natural frequencies of any undamped elastic skeletal structures. All kinds of structures have distributed properties such as mass and stiffness and have infinite number of degrees of freedom.

This theoretical approach deal with derivation of the dynamic stiffness matrix of three-dimensional timoshenko beam element and the equation of undamped free vibration is:-

(K). (D) = 0 .... (1)

Where:

(K) = The overall dynamic stiffness matrix

(D) = The vector of nodal displacement amplitudes.

The solution of the previous nonlinear eigen values problem could be easily obtained by using F.W. William and W.H.Wittrick algorithm (4). This algorithm enables one to determine how many natural frequencies lie below any chosen frequency.

In general, the natural frequencies are the value of "W" at "{ K } = 0" which is a trancendental and highly irregular function of "W" and have infinite number of zeros, some of which may coincide, furthermore { K } may be infinite.

The program used in this work is developed using the dynamic stiffness matrix technique although it deals with three dimensional beam elements. The number of natural frequencies less in value than the chosen frequency, can be calculated without determining the value of each one.

Also, the value of any natural frequency could be obtained to any chosen accuracy. Thus, the associated mode shapes may be determined.

The following assumptions are considered through the analysis:

A - The cross section of the arch elements are constant.

B - The structural materials follow Hook's Law.

C - The stresses in members are assumed to be within the limit of proportionality.

3 - MODELS PRESENTATION

Three models are suggested to study the effect of geometrical, structural and soil parameters on the dynamic behaviour of the shallow-buried parabolic steel arch. The theoretical model of this structure and its properties are presented as shown in Fig. (1).

(3.1) GEOMETRICAL PARAMETERS

The geometrical parameters which are shown in Fig. (1), are defined as follows:

h = soil thickness over arch.

H = height of the parabolic arch.

L = span of the parabolic arch.

ϕ = slope angle at any section.

ϕe = slope angle at ends.

$\propto$ = substanding central angle measured from point "O"

R = radius of curvature at any section.

Ro = radius of curvature at midpoint.

r = radius of gyration of circular section.

d = diameter of cross-sectional area.

A = cross-sectional area.

Ij = polar moment of inertia

Iz = moment of inertia about z - axis

DYNAMIC BEHAVIOUR OF SHALLOW BURIED STEEL STRUCTURES

By
Mazhar M. Saleh*

ABSTRACT

Steel Shallow buried arched roof structures are widely and suitably used as a model to study the dynamic behaviour and to determine the critical buckling loads. Dynamic stiffness matrix methods are used for calculating the number of natural frequencies in plan modes.

Different parameters are used to investigate the dynamic behaviour of these structures. The varied parameters during those studies are, central angle, radius of curvature, circular cross sectional area, height, span of arch, soil thickness over structure, and the axial static force, Three models are suggested to study the variation of previous parameters with natural frequencies in the cases of fixed and hinged supports parabolic arch.

In this paper, a computer program is developed which allows group of charts showing the relation between natural frequencis and structural properties. Moreover, those charts may be used to determine the critical buckling load when the thickness of soil over the structure is varying

Finally, those charts are showing the dynamic behaviour and determine the critical buckling loads for shallow buried parabolic steel arch.

1-INTRODUCTION

Shallow buried structures are used in many fields and for different purposes as they achieve superior structural performances and fulfill viable functional requirements. Protecting structures against airblast loads is one major application of such underground mode of recently on struction. Furthermore earth sheltered housing is one another accepted application in the North American housing market.

Over the past few years, results of extensive research have been made available proposing new design techniques to explore both static and dynamic behaviour of some specific forms of buried steel structures. Although, this effort progressively integrated to constitute to a large extent cohesive design criteria, little is known about parabolic arches with different profiles and geometries.

The present study is aimed at the introduction of a new technique intended primarily to parabolic shallow buried steel arched roof structures. However, the presented method could be generalized to incorporate single-curvature and three dimension structural systems.

The free vibration of such structures is the studying outline of this work. The computation of the number of natural frequencies inplane modes has been achieved by incorporating dynamic stiffness matrix technique to axially loaded Timoshenko beams (1).

The search for the mode shape of buried steel arches is attributed to the various parameters involved in a design procedure. These different parameters are associated with configuration and structural variables for above ground system, in addition to ground conditions and soil overburden effects for underground system. For the purpose of brevity only some selected parameters are here in taken into acount as the purpose of this paper is not to generate design charts but rather to investigate the dynamic response and the behaviour of such structures when subjected to different loading schemes.

At last experimental works in this field are so far rare and their results are merely informative; any general solution which can reasonably predict the

* Lecturer, Faculty of Eng., Cairo University

Contents

ARABIC SECTION

ENGLISH SECTION

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 33 ISSUE NO. 1 - 1994 ISSN 1110 - 1253

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

Yearly Subscriptions

Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

Abroad

Individuals	75 US $
Organisations	500 US $

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس ـ القاهرة ج.م.ع ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الثالث والثلاثون - العدد الثانى ١٩٩٤ **ردمد ١١١٠ - ١٢٥٣**

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصة **ABSTRACT** بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها ألقابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر أىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

  ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

- **داخل البلاد :**

الاشتراك السنوى للمهندسين	٢٠ جنيها
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	٥٠ جنيها
الاشتراك السنوى للهيئات	٥٠٠ جنيها

- **بالخارج :**

للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنويا .

وذلك عن الأربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

دار الجيل للطباعة تليفون ٩٠٤٣٤٣ رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٨/١٩٨٣

محتويات العـــدد



قطاع البترول المصرى .. فى عام ١٩٩٣

د.م. حمدى البنبى
وزير البترول

من منطلق التزام قطاع البترول المصرى باستراتيجية مرنة تعتمد على التخطيط والإعداد بما يحقق الاستغلال الأمثل للثروة البترولية مع الحفاظ على هذه الثروة الناضبة بحيث تستمر فى أداء دورها فى تحقيق خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية كمطلب حيوى لإعادة بناء الاقتصاد القومى ، مع الأخذ فى الاعتبار تحقيق التوازن بين العرض والطلب على البترول وتوفير حصيلة من النقد الأجنبى اللازم لدفع عجلة التنمية الاقتصادية ، والعمل بكل جهد من أجل دعم الاحتياطى البترولى والاحتفاظ بقدر كاف منه فى باطن الأرض لمواجهة احتياجات الأجيال القادمة ، استطاع قطاع البترول المصرى مواجهة المتغيرات العالمية الضخمة والمتلاحقة التى أثرت بشدة فى سوق البترول العالمى ، وفى العلاقة بين المنتجين والمستهلكين .

ومن المناسب إلقاء بعض الضوء على نتائج أعمال وإنجازات عام انقضى وهو عام ١٩٩٣ ، مقارناً بالعام السابق لبيان الإنجازات التى تحققت بجهد كل العاملين بقطاع البترول المصرى .

إنجازات عام ١٩٩٣

الاتفاقية البترولية

تم فى عام ١٩٩٣ التوقيع النهائى لأربع اتفاقيات بترولية جديدة مع الشركات العالمية أموكو ، فينكس ، بى جى ، وكوبلكس . هذا بالإضافة إلى أربعة تعديلات مع شركات أموكو ، ماراثون ، الدولية ، والشركة العامة للبترول .

يبلغ إجمالى مساحات البحث لهذه الاتفاقيات والتعديلات حوالى ١٩٠٥٦ كم^{2} ، ويبلغ التزام إنفاق هذه الشركات بمناطق البحث حوالى ٩٠,٥ مليون دولار ، بالإضافة إلى حوالى ١٧,٧ مليون دولار منح توقيع .

إنتاج الزيت الخام والغازات الطبيعية

١ - إنتاج الزيت الخام

بلغ إنتاج الزيت الخام فى عام ١٩٩٣ حوالى ٤٥ مليون طن فى مقابل ٤٤,٢ مليون طن فى عام ١٩٩٢ ، بزيادة نسبتها ١,٨ ٪ .

٢ - الغازات ومشتقاتها

بلغ إنتاج الغازات الطبيعية ومشتقاتها حوالى ١٠,٧ مليون طن فى مقابل حوالى ٩,٣ مليون طن فى عام ١٩٩٢ ، بزيادة نسبتها ١٥,٢ ٪ .

التكرير والتصنيع

بلغت كمية الخام المعالج بمعامل التكرير فى عام ١٩٩٣ حوالى ٢٥,٦ مليون طن فى مقابل ٢٤,٣ مليون طن فى عام ١٩٩٢ ، بزيادة نسبتها ٥,٣ ٪ .

الاستهلاك المحلى من البترول

سجل إجمالى الاستهلاك المحلى من المنتجات البترولية الطبيعية حوالى ٢٦,٣ مليون طن فى مقابل حوالى ٢٦,٨ مليون طن فى عام ١٩٩٢ ، بانخفاض نسبته ١,٩ ٪ .

التجارة الخارجية:

الصادرات

بلغت قيمة صادرات البترول فى عام ١٩٩٣ حوالى ٢١٣٤,٤ مليون دولار ، فى مقابل حوالى ٢١٢٧ مليون دولار فى عام ١٩٩٢ .

الواردات

بلغت قيمة واردات البترول حوالى ٩٤٤,٤ مليون دولار ، فى مقابل حوالى ٨٧٤ مليون دولار فى ١٩٩٢ .

صافى ميزان المدفوعات

بلغ فائض ميزان المدفوعات البترولى حوالى ١١٩٠ دولار ، فى مقابل حوالى ١٢٥٣ مليون دولار فى عام ١٩٩٢ .

الاتجاهات المعمارية فى جده وأثرها على العمارة المحلية

الجــزء الثانى

د/ ثامر حمـــــــــدان الحربى و د/ عبد الحميد احمد البس(*)

الاتجاهات المعمارية الجديدة وأثرها على حفظ التراث

(أ) المعاصرة :

مفهوم المعاصرة:

تعنى (متواجد) أو حادث فى نفس الوقت دون أن تعنى هذه الكلمة أى رفض أو قبول لهذا العمل .

وعليه فإن العمل المعمارى المعاصر يجب أن يكون مرتبطاً بحياة المجتمع من كل جوانبه اجتماعيًا وحضارياً ، فإن نجاح العمل المعمارى أن يكون قادراً على الوفاء بحاجات المجتمع النفسية والروحية والاجتماعية الفردية منها والجماعية وأن تقام هذه الأعمال بأحسن الأساليب المتواجدة فى العصر الذى تكون فيه وبأفضل المواد الموجودة ، وأن يقوم بهذه الأعمال معماريون على وعى وإدراك بظروف البيئة ومتطلبات المجتمع ، أى أنه لكى يكون العمل المعمارى معاصراً فإنه يجب أن يكون مشتملاً على هذه الثوابت حتى يكون قادراً على الوفاء بحاجات المجتمع والمعرضة لعدد كبير من المتغيرات المختلفة ، ولهذا فإن خروج العمل المعمارى عن هذا المفهوم بغرض المعاصرة فقط سيكون خلطاً عجيباً ليس له أى صفة من صفات المعاصرة .

ولا بد من أن يكون واضحاً أن عملا معاصراً لا يعنى أنه مرفوض ولكن العمل المعمارى قد يكون عملاً معاصراً مقاما بأحدث أساليب العصر الذى تكون فيه سواءً من ناحية الإنشاء أو المواد المستخدمة ولكنه لا يتعارض مع أساليب الحياة ولا يتصادم مع القيم الاجتماعية أو العادات والتقاليد ولا يكون متنافراً مع ما حوله فى البيئة التى يتواجد فيها . فالعمارة المصرية القديمة بأهراماتها ومعابدها كانت معاصرة فى وقتها لأنها نجحت فى الوصول إلى أقصى مستوى فى عملية الإنشاء سواءً فى بناء الأهرام أو المعابد كما نجحت أيضا فى تحقيق تكامل تعبيرى بل وصلت إلى أعلى درجة من الإبداع المعمارى ولم يكن يعيب العمارة المصرية (الفرعونية) إلا بعدها عن المقياس الإنسانى رغم تميزها بالبساطة ولكنها لجأت إلى الضخامة لتعطى الشعور بالقوة . أما فى العمارة الإسلامية فقد أهتمت بالجانب الإنسانى وتميزت العمارة بمقياسها الإنسانى واستخدم المعمارى أيضا كل أساليب العصر المتوفرة سواء من ناحية الإنشاء أو المواد فكانت عمارة معاصرة (متواجدة) فى ذلك الوقت .

أما أن تأتى المعاصرة كما نراها الآن فى بعض المدن من وجود مبانى لاتتناسب وظروف البيئة وظروف المجتمع فهى أعمال متنافرة ومثال ذلك المبانى الزجاجية التى نفذت فى أماكن شديدة الحرارة بالمنطقة العربية ، فما قيمة المعاصرة فى هذه الحالة ؟ ، ولعلنا نرى كثيراً من ناطحات السحاب فى العواصم العربية فى مجتمع ألف العيش فى مساكن خاصة تتوفر فيها كل المتطلبات الاجتماعية والدينية والمناخية ثم يكون هذا التغيير الكبير وضياع كثير من الثوابت أمام الرغبة

(*) قسم العمارة الإسلامية - كلية الهندسة والعمارة الإسلامية - جامعة ام القرى - السعودية

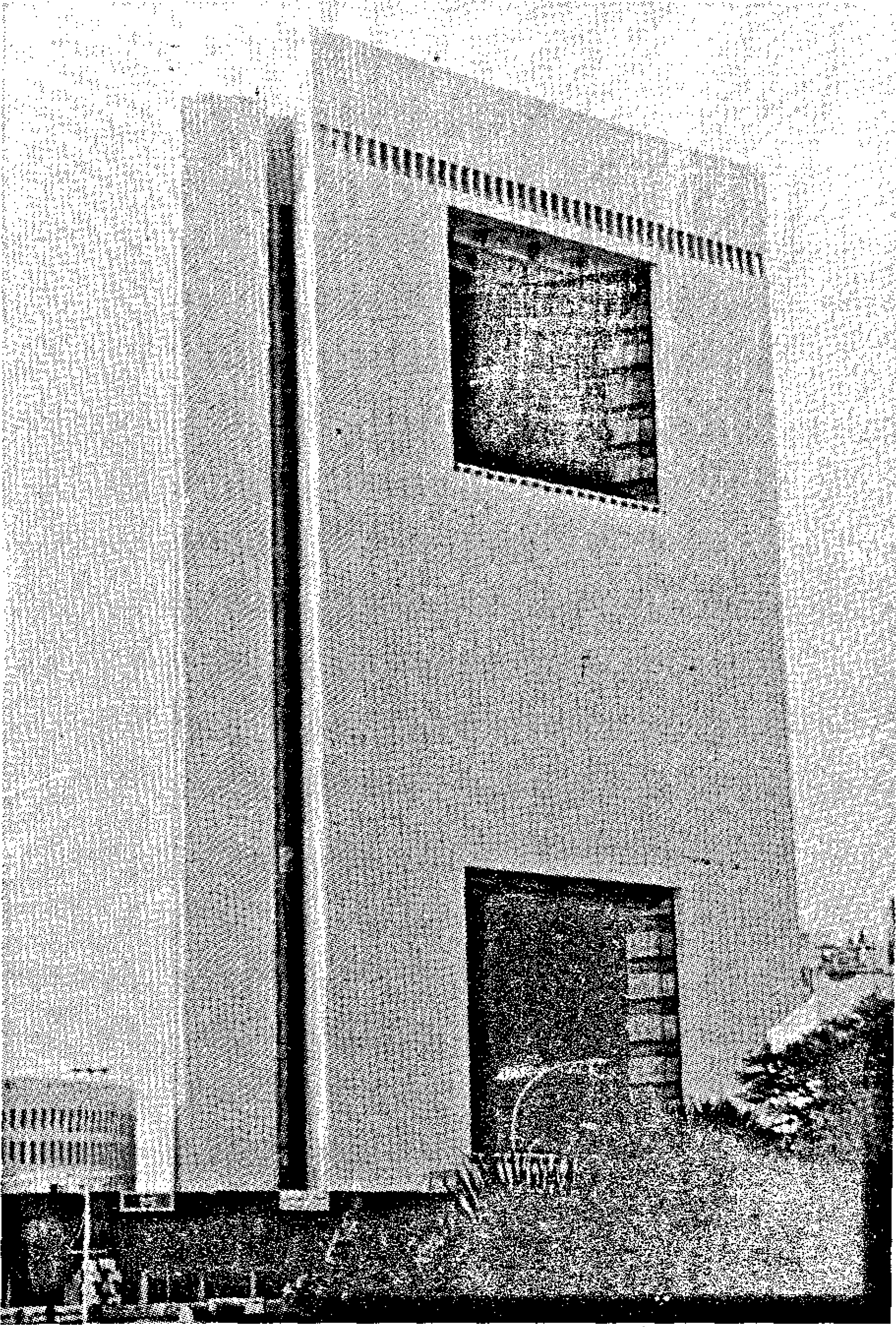
فى السير فى ركاب المعاصرة .

هذا وقد كانت المعاصرة واحدة من الاتجاهات والأفكار الجديدة التى اتبعت فى مدينة جده ونفذت كثير من المبانى التى تحمل هذه الصفة لم تكن جميعها مرفوضة ولكن بعضها حاز على القبول وربما كان ذلك راجعاً لجمال التصميم مما جعله مقبولاً والبعض الآخر ساهم فى ضياع المقياس الإنسانى . ومن هذه المشروعات البنك الأهلى (شكل ١٣) - مطار الملك عبد العزيز (شكل ١٤) - مركز الجفالي (شكل ١٥) وجميعها مبانى معاصرة بمعنى الكلمة فهى لاتحمل أى صفة أو سمة من سمات العمارة المحلية سواءً فى جده أو غيرها وهى مقامة بأحدث أساليب الإنشاء وبأحدث وسائل البناء .

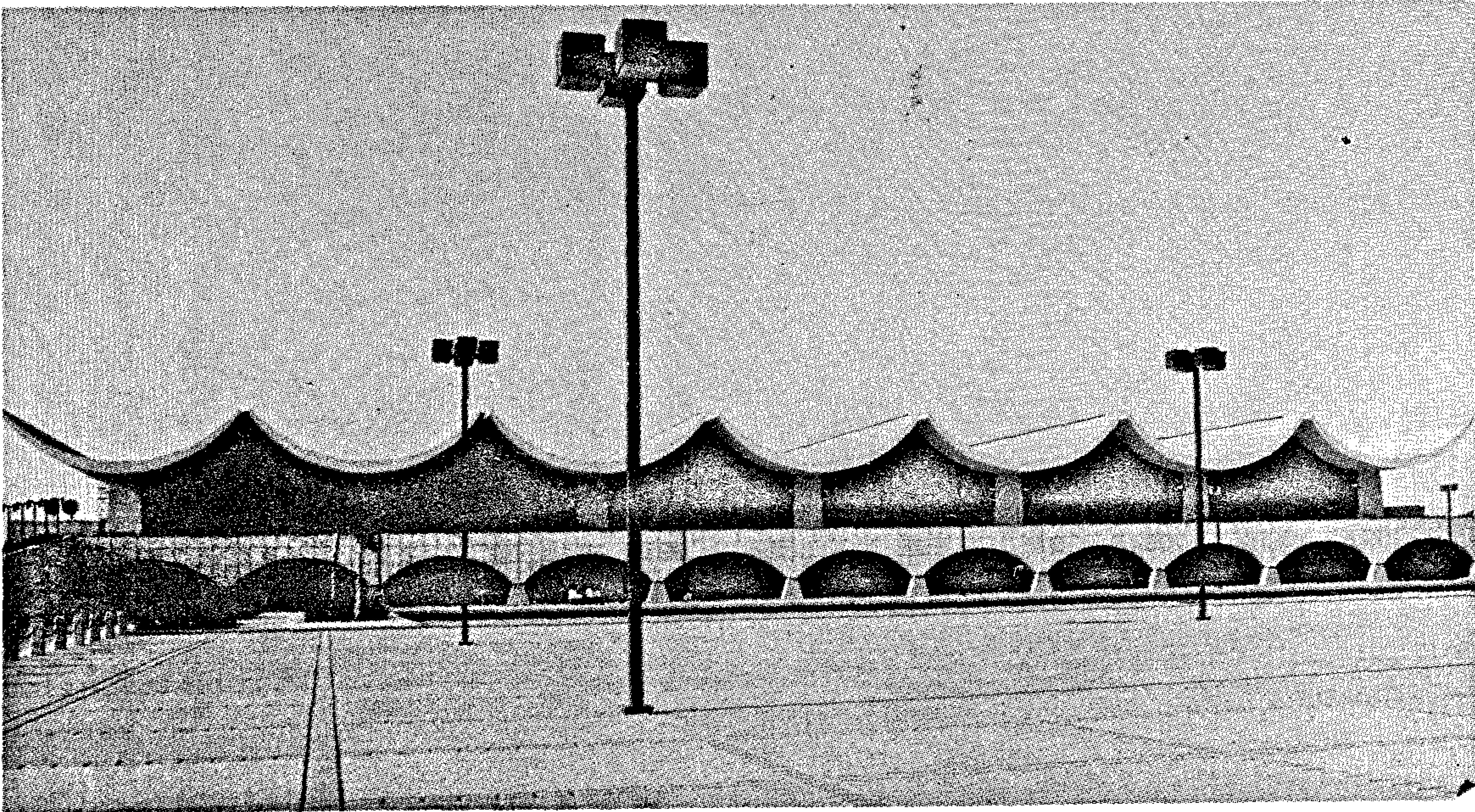
(ب) المعاصرة والانتماء :

ماهو الانتماء وماهى مقومات هذا الانتماء ؟

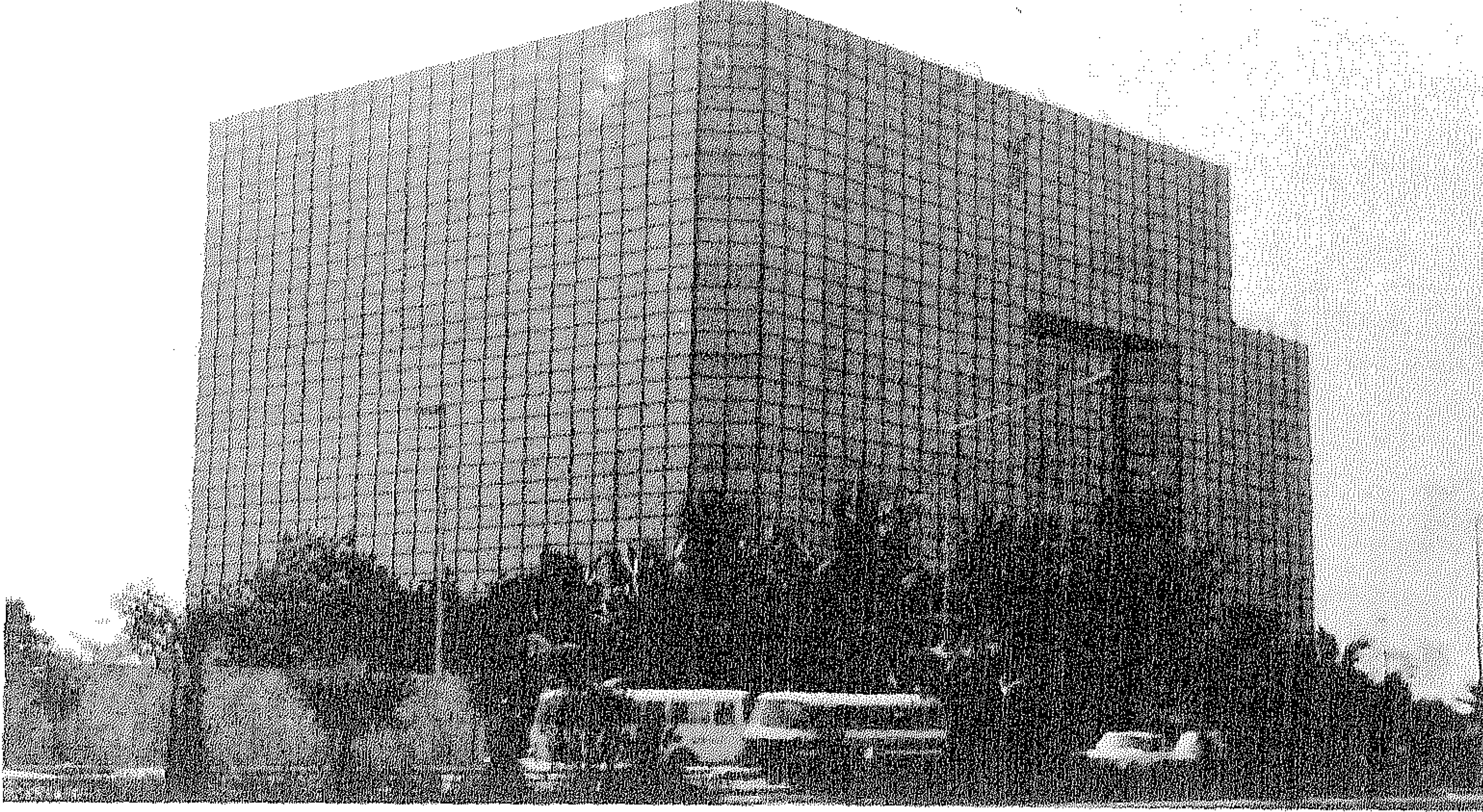
الانتماء فى العمارة يعنى انتماء عمل معمارى له من المقومات التى تتجعله منتمياً إلى طابع معين فى عصر من العصور أو بيئة من البيئات .



شكل ١٣ - مبنى البنك الأهلى التجارى فى جده واتجاه المعاصرة الكاملة والمبنى مقبول رغم مقياسه الكبير إلا ان جمال التصميم جعله منتميا إلى جده .



شكل ١٤ - مطار الملك عبد العزيز بجده والمعاصرة الكاملة فى الإنشاء



شكل ١٥ - مبنى الجفالى بجده واتجاه المعاصرة الكاملة حيث أن الغلاف الخارجى للمبنى من الزجاج والمبنى يعتبر غير منتمى ولايتفق مع مناخ المنطقة

ومقومات الانتماء فى مفهوم العمارة تعنى أساليب البناء والمواد المستخدمة وكذا ملامح وعناصر المبانى وارتفاعاتها .

ولهذا فإنه يمكن أن يتحقق الانتماء من خلال :

١ - تجانس الارتفاعات وتشابه البناء .

٢ - تجانس حجوم وكتل المبانى .

٣ - استخدام عناصر الحماية من الظروف المناخية .

٤ - المقياس الإنسانى .

٥ - القيم الجمالية العالية .

هذا وقد تأتى المعاصرة مع الانتماء فى مبنى واحد ، حيث يكون المبنى نفذ بأساليب حديثة فى الإنشاء وبمواد جديدة ولكنه يكون منتمياً إذا كان يحمل بعضا من مقومات الانتماء التى ذكرت .

وقد كان هذا الاتجاه (المعاصرة مع الانتماء) أحد الاتجاهات المعمارية التى اتبعت فى مدينة جده ونفذت كثير من المبانى التى ساهمت فى المحافظة على الطابع المعمارى لمدينة جده ، ومن أمثلة المبانى التى نفذت :

مبنى أمانة جده : وهو عبارة عن ثلاثة أو أربع فيلات حديثة معاصرة غطيت واجهاتها بالكامل بالمشربيات الخشبية المصنوعة حديثاً والمستوحى فكرتها ومقاييسها من المشربيات الموجودة فى منازل جده القديمة . أدى هذا العمل إلى جعل المبنى يعتبر معاصراً ولكنه منتمى للماضى وللتراث من حيث المظهر الخارجى فقط . (شكل ١٦) .

مبنى الحجاج بمطار الملك عبد العزيز : وقد استوحى المصمم شكل الخيام كعنصر تقليدى فى العمارة ولكن بأسلوب إنشائى حديث وباستخدام مواد حديثة (شكل ١٧)

قصر السليمان : جاءت فكرة تصميم القصر لتقوى مفهوم المبانى التقليدية وذلك باستخدام بعض المواد التقليدية فى البناء وخاصة الأخشاب (المشربيات) التى تغطى جميع الفتحات الموجودة فى القصر . إلا أنه استخدم مفهوما جديدا فى توزيع الفراغات الداخلية حيث وزعت هذه الفراغات حول محاور أفقية ، بخلاف ماكان عليه فى المبانى التقليدية حيث توزع هذه الفراغات حول محاور رأسيه ، مع



شكل ١٦ - مبنى امانة جده حيث اتجاه المعاصرة والانتماء واستخدام الرواشين والمشربيات كأحد ملامح العمارة المحلية فى جده .



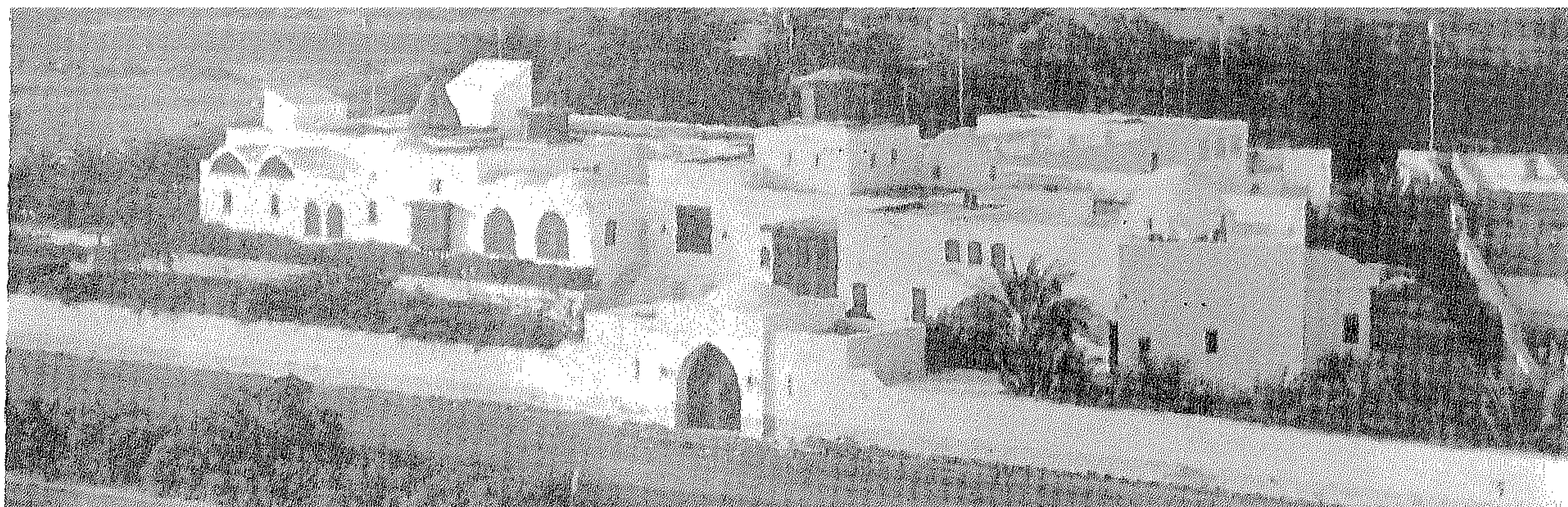
شكل ١٧ - مطار الملك عبد العزيز (مدينة الحجاج) واتجاه المعاصرة والانتماء حيث استخدم المصمم الخيام كعنصر تغطية

إبقاء الفكرة التصميمية المحلية للمنازل (شكل ١٨) .

والجدير بالذكر أن عمارة القصر قد احتوت على ملامح من مختلف المدارس المعمارية مثل العمارة الأندلسية والمملوكية والمصرية والحجازية ، إلا أن المعمارى عبد الواحد الوكيل قد نجح فى ربط هذه الملامح المعمارية كى تعطى نتاجا معماريا مميزا يعد كأحد الأمثلة للمعاصرة مع الانتماء والذى ساهم فى حفظ التراث والعمارة المحلية .

(جـ) إحياء الطرز التاريخية :

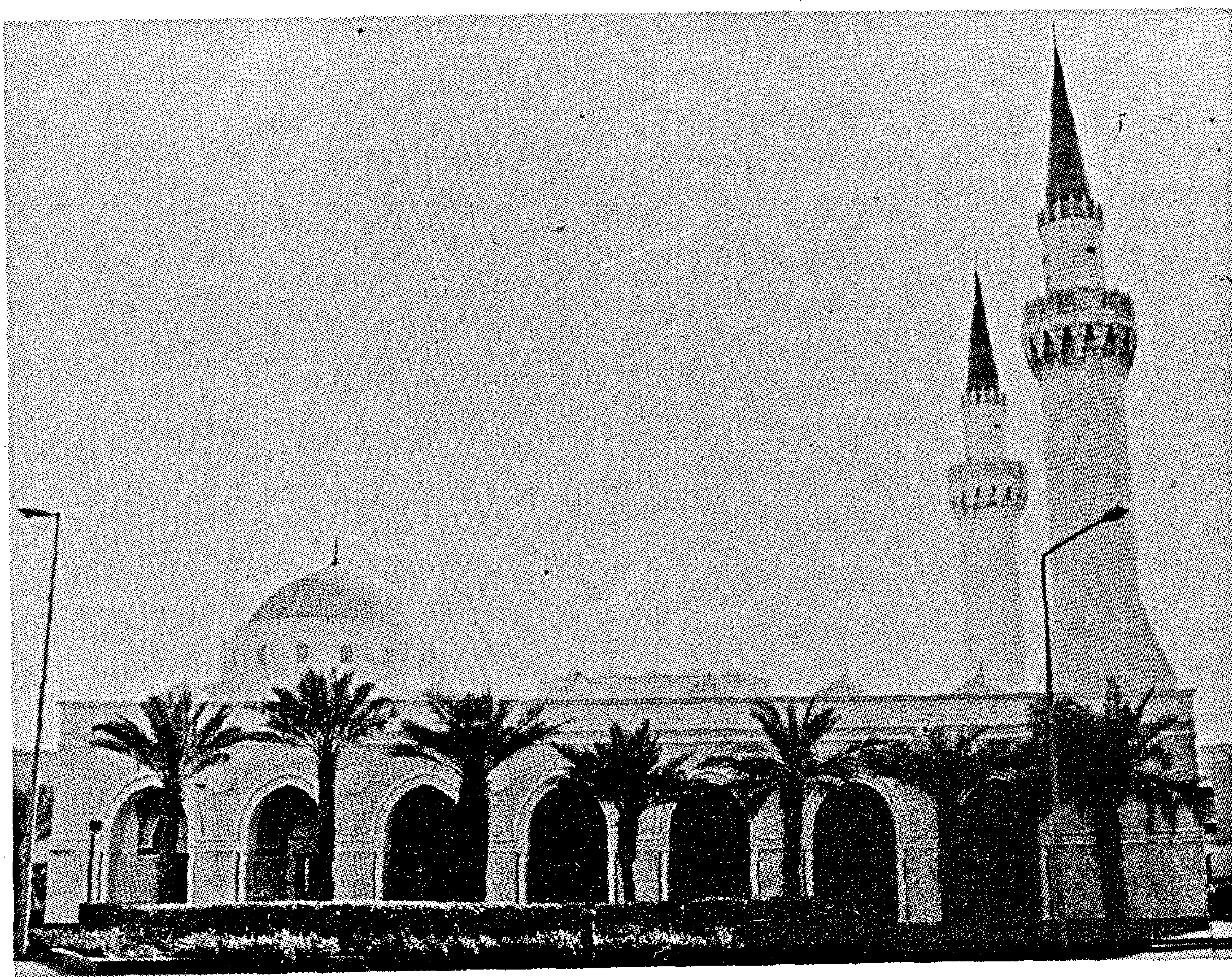
هى محاولة لإحياء الطرز المعمارية القديمة وهو من أهم



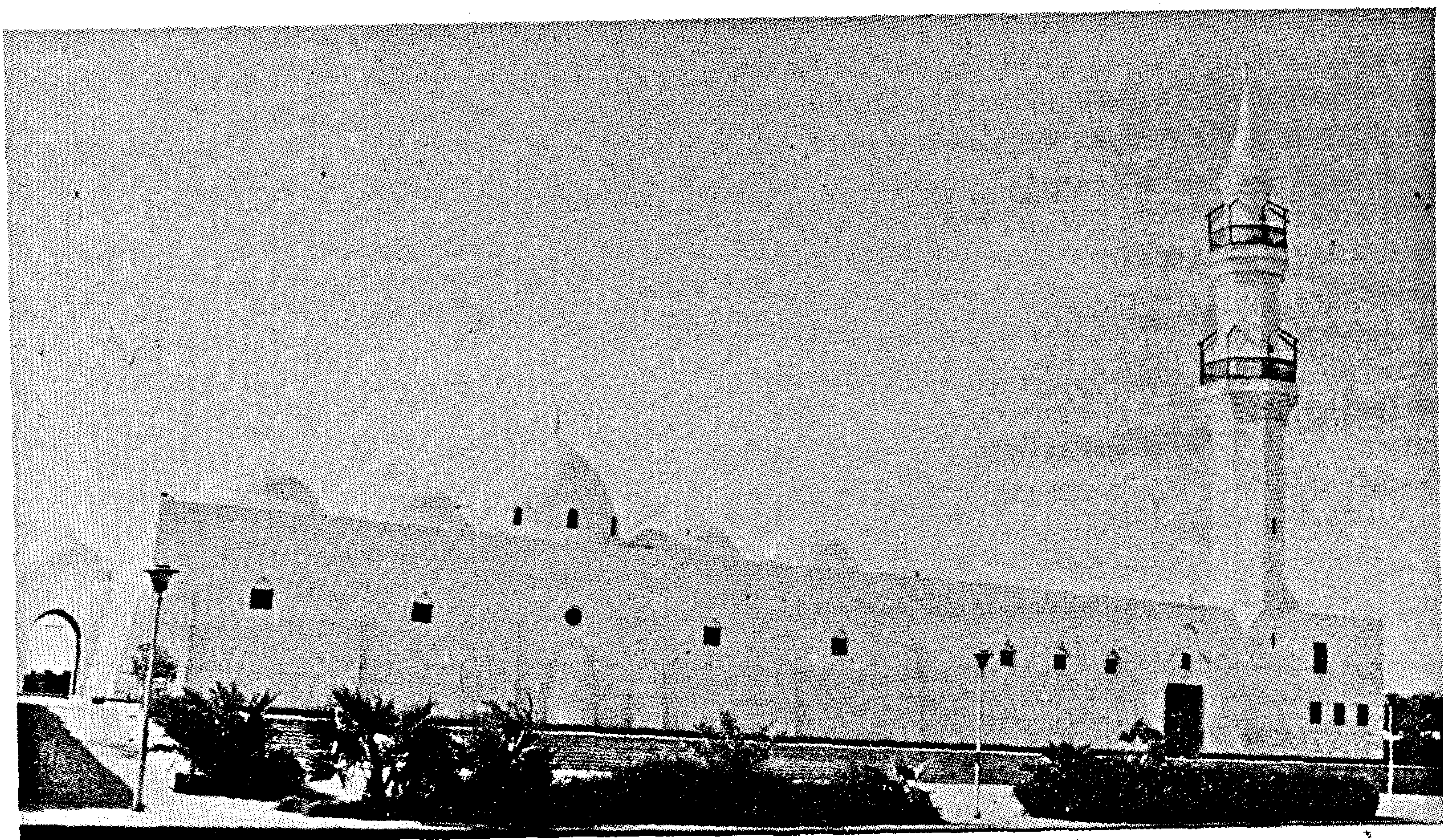
شكل ١٨ - قصر السليمان بجده تصميم المعمارى عبد الواحد الوكيل واتجاه المعاصرة والانتماء وذلك باستخدام بعض المواد التقليدية خاصة الاخشاب التى تغطى جميع الفتحات



شكل ١٩ - مسجد الحارثى تصميم عبد الواحد الوكيل فى جده ومحاولة إحياء الطرز بتقليد المآذن التركية وتقليد قبة محمد بك أبو الذهب .



شكل ٢٠ - مسجد الملك سعود بجده تصميم المعمارى عبد الواحد الوكيل ومحاولة إحياء الطرز وواضح ذلك من مدخل المسجد ومئذنته



شكل ٢١ - مسجد الجفالى تصميم عبد الواحد الوكيل (إحياء الطرز) واستخدام المشربيات المشابهة لمشربيات وكالة الغورى وملامح مئذنة مسجد الأمير تيخو

الاتجاهات التى لجأت إليها المكاتب المعمارية الاستشارية والمعماريون خاصة فى المساجد وبعض المبانى العامة وقد وجد هذا الاتجاه مجالاً واسعاً من خلال أعمال المعمارى عبدالواحد الوكيل حيث قام بتصميم عدد من المساجد محاولاً إحياء بعض الطرز التاريخية ورغم أن جدة لم يكن لها دور فى هذه الطرز إلا أنها محاولة لحفظ قيم حضارية إسلامية .

ومن أمثلة المشروعات التى أتبعت فيها محاولة إحياء الطرز :

مسجد السليمان : تم بناء قباب المسجد من الطوب الطفلى متبعا بذلك الطريقة التقليدية الموجودة فى (النوبة بمصر) حيث لا تستخدم الفورم .

انشئت المئذنة طبقا للطراز المملوكى (مسجد قايتباى) مع تغيير طفيف فى بعض الملامح وتبسيط الزخارف . كما لجأ المصمم إلى استخدام المقرنصات فى تزيين شرفات المئذنة . وقد استخدم الوكيل الخرسانة المسلحة فى الأعمدة والكمرات وبلاطات السقف .

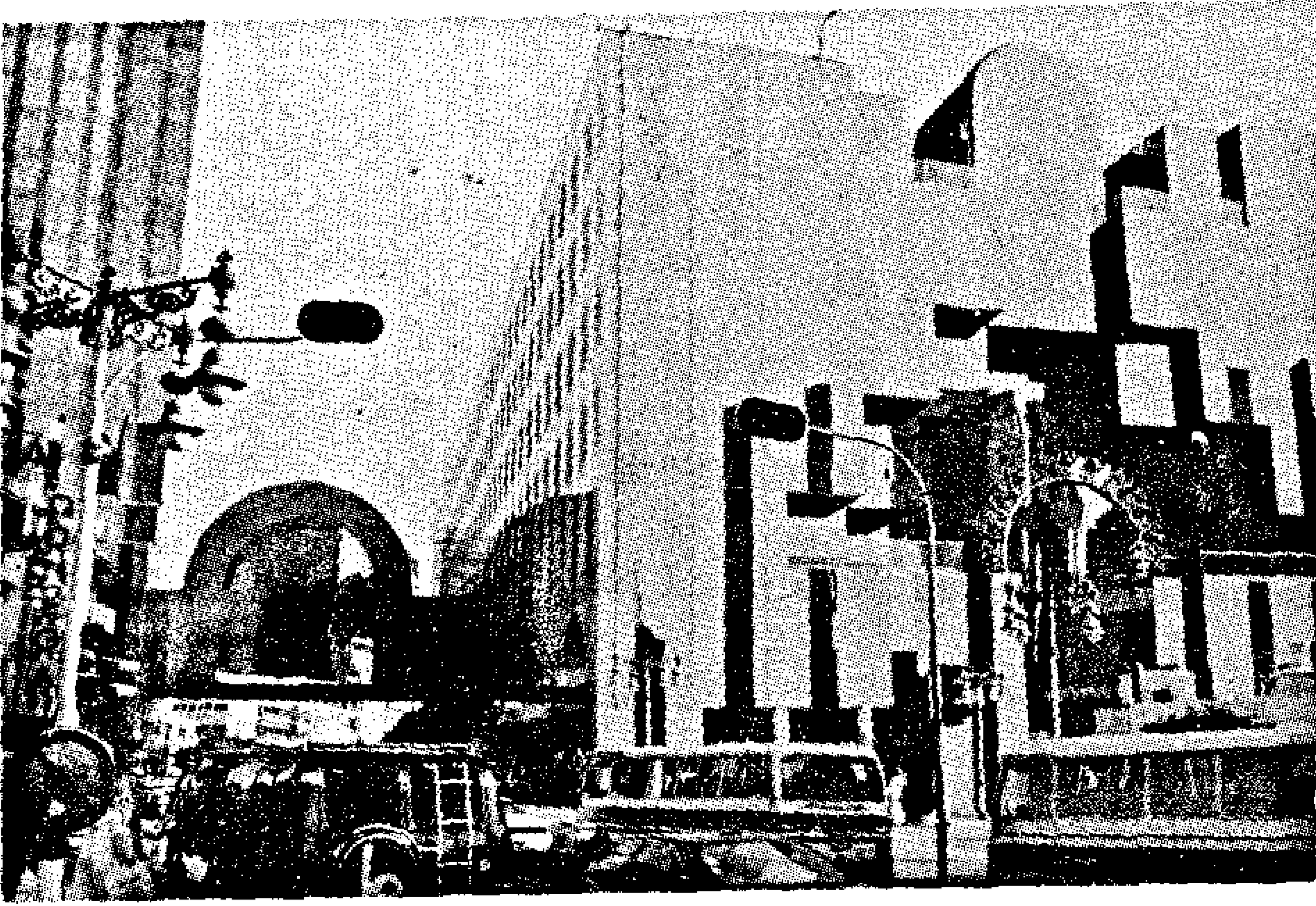
أما **مسجد الملك سعود والحارثى والجفالى** (شكل ١٩ ، ٢٠، ٢١) فقد تنوعت محاولة المصمم فى إحياء الطرز ، ففى مسجد الجفالى حاول المصمم استخدام مشربيات مشابهة لمشربيات وكالة الغورى وكذا ملامح مئذنة مسجد الأمير تيخو . أما فى مسجد الحارثى فقد قلد المصمم المآذن التركية وكذا قبة محمد بك أبو الدهب .

وفى مسجد الملك سعود قلد المصمم أيضا المدخل المنحرف لمسجد السلطان حسن وكذا المئذنة . كل ذلك فى محاولة لإحياء الطرز من جانب المعمارى عبد الواحد الوكيل .

مركز المحمل : وهو مثال واضح لعملية الخلط بين الطرز والزخارف التاريخية ولكن بأسلوب معاصر حيث مواد البناء الحديثة الحديد والزجاج والالمنيوم (شكل ٢٢) .

(د) الاتجاه الخرافى أو اللامعقول :

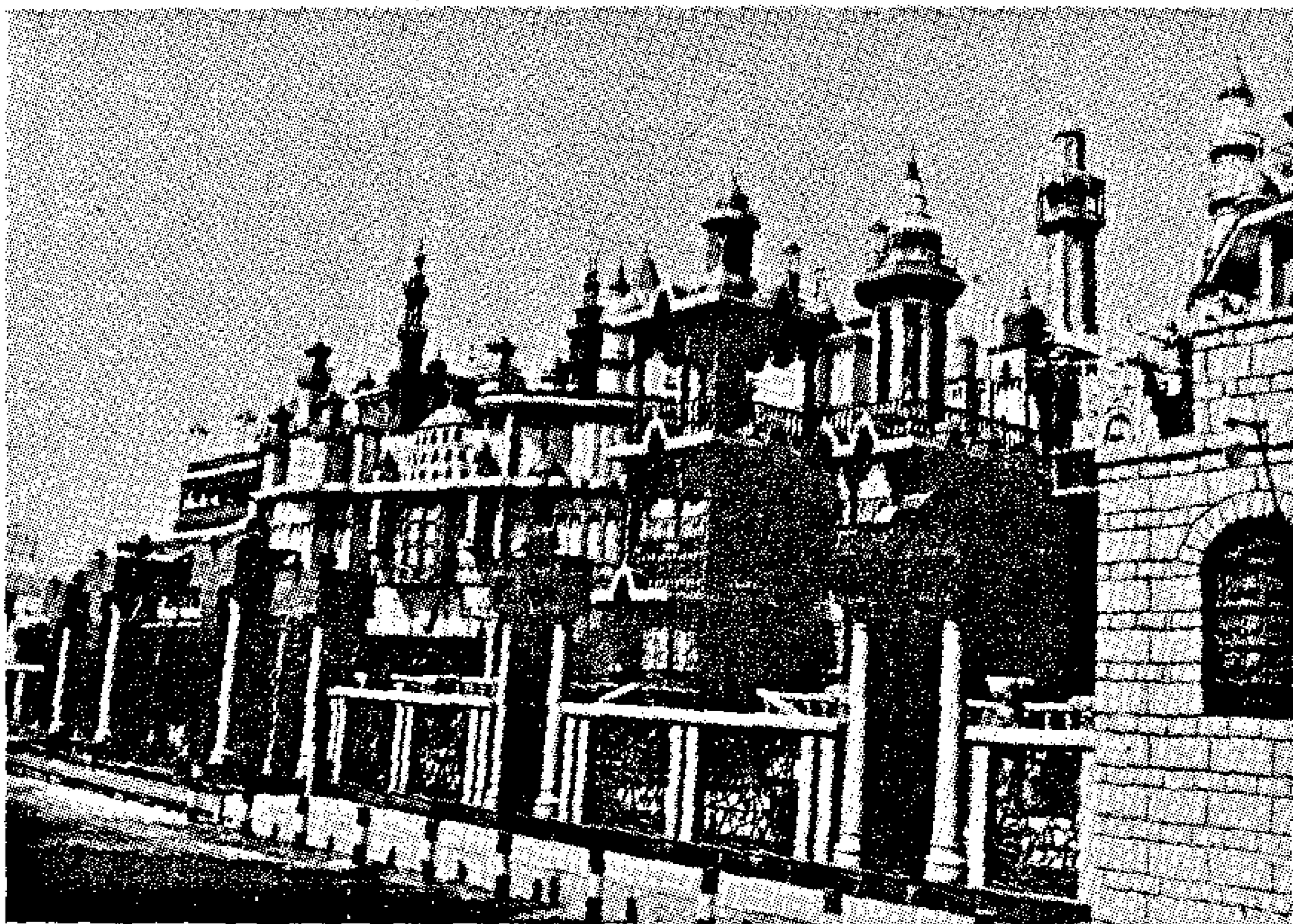
رغم أن هذا الاتجاه يعد نادراً إلا أنه موجود ويرجع غالباً إلى إنطلاق فى الخيال وشطط فى التفكير يراد منه الظهور والخروج عما هو مألوف وبعض أعمال جودى يظهر فيها



شكل ٢٢ - مبنى المحمل بجده حيث الخلط بين الطرز والزخارف التاريخية وواضح اسلوب المعاصرة فى الإنشاء

هذا الجانب وكنيسة (رونشان) للمعمارى لوكوربيزيه بفرنسا . وحدث هذا الاتجاه فى مرحلة الانتقال من عمارة الطرز إلى العمارة الحديثة ، حيث لم يكن قد تأكدت بعض افكار العمارة الحديثة فى أذهان بعض المعماريين . ومن أمثلة هذا العمل فى جده :

متحف عبد الرءوف : ويمثل هذا المبنى صورة من صور المغالاة فى التلقيط من الطرز التاريخية وتجميعها فى مبنى واحد بغرض جذب الانتباه ، ويلاحظ التناقض العجيب بين المبنى وما حوله كنتيجة حتمية لهذا الخلط (شكل ٢٣). ويجدر الانتباه أن المتحف لم يصمم بهذا الغرض ليكون متحفاً ولهذا لجأ صاحب المبنى إلى عمل إضافات متناقضة نظرا لتواجدها دون مبرر ، فكانت



شكل ٢٣ - متحف عبد الرءوف بجده واتجاه اللامعقول حيث الشطط فى التفكير واستخدام ملامح معمارية من طرز مختلفة بغرض الإبهار ولفت الانتباه

الرواشين والبوابات والمآذن والقباب التى أتت ممثلة لعدة طرز مختلفة !! (العثمانى - الهندى - ايوبى - مملوكى ... الخ) وقد شكلت هذه العناصر مجسمات لا وظيفية لها ولكنها المغالاة وإطلاق الخيال والشطط والتفكير والخروج عما هو مألوف .

الأسباب وراء هذه الاتجاهات المعمارية المختلفة :

هناك العديد من الأسباب التى أدت إلى ظهور هذه الاتجاهات المعمارية وساعدت على انتشارها فى مدينة جده ومن أهم هذه الاسباب الآتى :

١ - الطفرة المالية .

٢ - وجود أعداد كبيرة من المعماريين من مختلف الجنسيات .

٣ - الرغبة فى محاكاة العمارة الغربية .

١ - الطفرة المالية :

كان للطفرة المالية التى ظهرت بالمملكة فى بداية السبعينات دور كبير فى نقل كل أساليب التكنولوجيا الحديثة إلى البلاد رغبة فى تطوير مرافقها ومنشآتها وتحسين كل مناحى الحياة بالمملكة وكان لهذه الطفرة دور كبير فى مجال العمران والصناعة مما أوجد تقدما هائلا تم خلال سنوات معدودة يمكن أن يقاس بعشرات السنين فى حياة مجتمعات أخرى ، فكان لوجود المواد الجديدة فى الإنشاء وتوفر الأساليب التكنولوجية دور كبير فى ظهور مبانى كثيرة تتفق وهذه الإمكانيات الهائلة مما أوجد مبانى تختلف كلية مع ماهو متعارف عليه فى حياة المجتمع السعودى .

والجدير بالذكر هنا أن الطفرة المالية والطلب الشديد على المساكن زاد فى حركة العمران وجعل الكم يغلب الكيف ، فالجميع يريد أن ينشىء مبنى سكنى أو تجارى حتى يحصل على فوائد جمه ، الأمر الذى دعى معظم المؤسسات الإنشائية أن تشارك فى تصميم وتنفيذ بعض المبانى التى ينقصها الكثير من المعايير المعمارية والتى لاتمثل هوية مميزة للعمارة بل إنها فقط تعد منشأ معمارى يشيد فى مصاف المبانى المحيطة به ويستعمل ويستثمر ، حيث أن تلك الفترة تمتاز بأن كل ماينشأ يستثمر .

لهذا إذن كانت الهجمة شديدة وكادت أن تضيع معها أصالة الماضى العريق وكادت العمارة المحلية تفقد معها شخصيتها لولا جهود مخلصة من هنا وهناك وأصوات نادت ومازالت تنادى بالمحافظة على التراث بقيمه وثوابته دون رفض لما هو جديد ولكن بأسلوب يتفق مع حياة المجتمع السعودى .

٢ - وجود أعداد كبيرة من المعماريين من مختلف الجنسيات :

فى الوقت الذى تزايد فيه الطلب على السكن والمبانى التجارية كان لغياب المعمارى السعودى الأثر البالغ فى لجوء كثير من المكاتب المعمارية إلى استقدام أعداد كبيرة من المعماريين من مختلف الجنسيات من أمريكا وبريطانيا وفرنسا والهند وباكستان فضلا عن عدد كبير من المهندسين من البلاد العربية وكان لعدم معرفة كثير من معمارى الغرب بثقافة وعادات وتقاليد المجتمع السعودى وقيم الإسلام الرفيعة التى حكمت أسلوب البناء فى الماضى السبب الرئيسى وراء هذه التشكيلة العجيبة من المبانى التى ظهرت فى كثير من مدن المملكة وخاصة فى جده - كما أن جهل عدد كبير منهم بالظروف المناخية رغم أنها أحد أسس التصميم إلا أنه تم تجاهلها ولهذا تم تصميم مبانى زجاجية كاملة لا تصلح مطلقا إلا فى بلاد الغرب ولا تتناسب مع هذا الجو الصحراوى .

٣ - الرغبة فى محاكاة العمارة الغربية :

اعتبر الكثيرون من العالم الثالث أن رمز التقدم والتحضر هو ماعند الغرب والحضارة الغربية حيث تبلور مفهوم الحضارة بتقليد الغرب فى جميع مظاهر الحياه . ومن هذا المنطلق تأثرت العمارة تأثراً كبيراً حيث أصبح معظم أصحاب المنازل والمستثمرين يتطلعون إلى تشييد مبانى ومشاريع تحاكى مثيلاتها فى الغرب ، وكان للانبهار الشديد بعمارة الغرب دور أيضا فى ظهور هذه الأعداد الكبيرة من المبانى التى لايمكن أن تنتمى للبيئة السعودية مطلقاً سواء من الناحية المعمارية أو الاجتماعية أو المناخية فكان الانبهار

بالاشكال والأحجام السبب المباشر فى هذا الخلط العجيب ولم يكن هناك مبرر إلى التقليد بصورة أو بأخرى وصممت مبانى لا تصلح إلا فى الغرب من حيث ارتفاعاتها ومن حيث أسلوب التصميم ومعالجة الواجهات حتى أصبح للمشاهد أن يعجب وهو يسير فى أحد الشوارع وبنظره إلى المبانى يشعر وكأنه فى أوربا ، وكما ذكرنا فإن كل هذه الأفكار كانت نتيجة مفاهيم خاطئة فى التصورات إلا أنه وكما ذكرنا أن هناك كان على الجانب الآخر محاولات أخرى للمحافظة على التراث والعودة إلى الماضى بأصالته وعدم رفض ماهو جديد ولكن استخدامه بما يتناسب مع ظروف المجتمع وقيمه وعاداته وتقاليده .

دور بعض المكاتب المعمارية فى ظهور هذه الاتجاهات :

كان للمكاتب المعمارية الدور البارز فى ظهور هذه الاتجاهات حيث أنه ظهرت فى الآونة الأخيرة أعداد كثيرة من المكاتب المعمارية فى الوقت الذى ينقص معظم هذه المكاتب الخبرة الكافية فى اختيار التصميم المناسب ويغلب على الكثير منهم النقل المباشر من المدارس والنظريات المعمارية المختلفة دون إمعان النظر فى اختيار المناسب لمدينة جده ، فعلى سبيل المثال :

١ - مكتب المعمارى زهير فايز :

يعد مكتب المعمارى زهير فايز من أبرز المكاتب المعمارية فى المملكة فقد ساهم بدور كبير فى تصميم عدد كبير من المشروعات الكبرى وقد كان لتنوع ثقافة المعماريين العاملين بهذا المكتب السبب الأساسى فى ظهور بعض الأفكار والاتجاهات المعمارية الوافدة ، فقد تنوعت المشروعات التى قام بتصميمها المكتب فظهرت له عدة مشروعات فى مبانى عامة وخاصة كانت تمثل إتجاه المعاصرة الكاملة . كما أن بعض مشروعاته كانت تحمل أفكار اللامعقول وكانت مجرد محاولة استعراضية تبدو متنافرة ولاتتفق مع أى شىء ولكنها مجرد (فرقعه) وخروج عن المألوف بغرض الإبهار ولفت الأنظار ، غير أن هناك بعض المشروعات تحمل صفة الانتماء والمعاصرة وهى الصفة المحببة غالباً إلى النفس لأنها لاتنسى الماضى ولاترفض الحاضر بما فيه من تقدم تكنولوجى .

ويمكننا أن نقول هنا إن مكتب المعمارى زهير فايز كان له بصماته الواضحة على العمارة فى المملكة وكان له دور فى جلب بعض الاتجاهات الوافدة على عمارة المملكة بعضها كان له أثر إيجابى وبعضها كان له أثر سلبى ، وهذا لا يقلل من قيمته كواحد من المكاتب الرائدة فى المملكة .

٢ - مكتب عبد الواحد الوكيل :

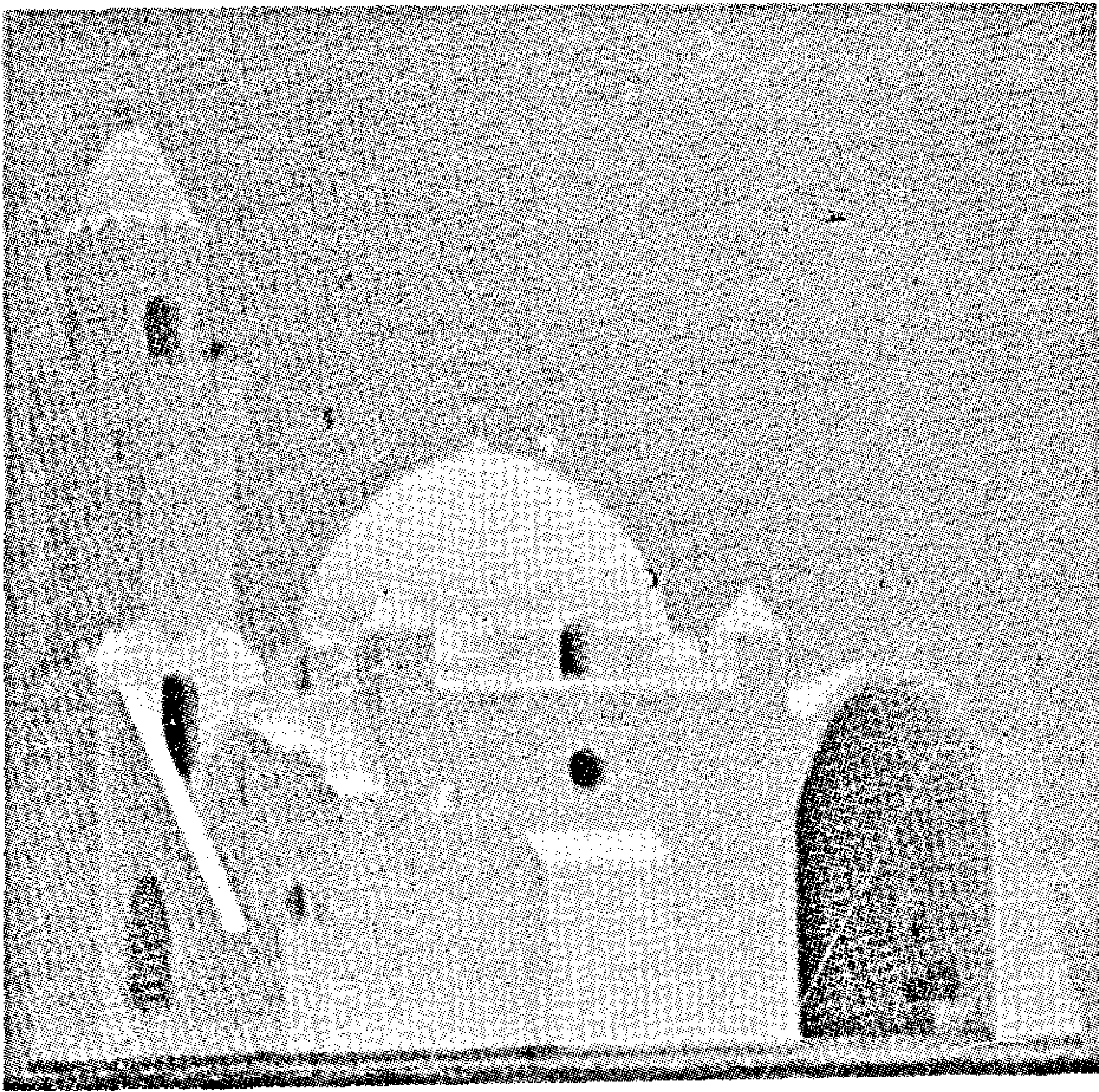
ساهم المعمارى عبد الواحد الوكيل بجهد كبير فى كثير من الاتجاهات فى مدينة جده فقد كان له دور من خلال اتجاهين :

١ - المحلية : مسجد الكورنيش - قصر السليمان.

٢ - إحياء الطرز : مسجد سعود - والجفالى .

مسجد الكورنيش : لجأ الوكيل إلى الأسلوب التقليدى فى البناء كأسلوب المبانى (النوبة) فى جنوب مصر وذلك فى البناء بالقبو والقبة بالطريقة التقليدية واستخدام الحوائط الحاملة وذلك كمحاولة ناجحة لتقليد الماضى فى أسلوب الإنشاء واستخدام الطوب فى عملية البناء . (شكل ٢٤).

قصر السليمان : استخدم طرق ومواد البناء التقليدية التى طورها حسن فتحى عن العمارة المحلية فى صعيد مصر



شكل ٢٤ - مسجد الكورنيش وأسلوب البناء التقليدى حيث استخدام الحوائط الحاملة والبناء بالقبو والقبة .

وقرية (القرنة) .

مسجد سعود : فقد لجا الوكيل إلى محاولة إحياء الطرز وذلك بالاقتباس من الطرز القديمة .

دور المؤسسات الحكومية :

لقد شاركت بعض المؤسسات الحكومية فى جلب بعض الأفكار المعمارية الدخيلة على مدينة جده وذلك يظهر فى المشاريع التى تنفذ من قبل هذه المؤسسات والتى صممت من قبل مكاتب معمارية أجنبية ينطبق عليها ماذكر فى الفقرات السابقة . إلا أنه فى الآونة الأخيرة ظهر لأمانة مدينة جده دور واضح حيث بذلت أمانة جده جهداً كبيراً فى محاولة حفظ التراث بالمدينة وقد تنوع الأسلوب بين :

١ - حصر للمبانى القديمة التقليدية ومحاولة ترميمها وإعادتها إلى حالتها القديمة كمحاولة لتذكير الناس بالماضى العريق بأصالته وقيمه .

٢ - المحافظة على بعض المبانى الأثرية .

٣ - الدعوة إلى محاكاة القديم دون رفض ماهو جديد .

الخلاصة :

حدثت بعض الاتجاهات المعمارية الحديثة فى مدينة جده مثل المعاصرة ، المعاصرة والانتماء ، إحياء الطرز ، والاتجاه الخرافى أو اللامعقول ، بعض هذه الاتجاهات ساهم فى حفظ التراث مثل :

- المعاصرة والانتماء .
- إحياء الطرز .

بعض الاتجاهات الأخرى مثل الاتجاه الخرافى أو اللامعقول ، والمعاصرة الكاملة لم يكن لها أى دور ايجابى بل ساهمت فى وجود عمارة متنافرة أو غير متفقه مع البيئة سواء من الناحية المعمارية أو الاجتماعية . كان هناك دور لبعض المؤسسات والمكاتب المعمارية فى المحافظة على التراث وكان لبعضها دور إيجابى فى المحافظة على التراث .

ويرى الباحثان أن أسلوب المعاصرة والانتماء قد ساهم بدور كبير فى حفظ التراث بالمدينة كما أن هناك بعض المبانى التى تم الحفاظ عليها كصورة من صور الماضى القديم بعراقته وأصالته قد ساهمت فى إثراء أفكار المعماريين والتى تعد كمنهل علم يُنتهل منه فى أخذ القياس الإنشائى والتفاصيل المعمارية الرائعة والملائمة .

التوصيات :

بعد هذا الاستعراض للعمارة المحلية فى جده ، وكذا الاتجاهات المعمارية الجديدة وما أمكن توضيحه من تأثير هذه الأفكار والاتجاهات على العمارة المحلية فإن الباحثين يوصيان بالآتى :

- الا يفتح لكل المجالات أن تنطلق دون مراعاة لظروف المجتمع الدينية والاجتماعية والمناخية .
- أن يؤخذ بأساليب التكنولوجيا الحديثة دون المساس بالقيم .
- أن يتم المحافظة على المبانى القديمة ذات القيم المعمارية لتكون مثلاً واضحاً لقيم التراث وأصالته .
- إن أسلوب (المعاصرة والانتماء) هو الأسلوب الأمثل لحياة العصر الجديدة ، فهو يأخذ بكل صور التقدم من حيث مواد البناء وأساليب الإنشاء الجديدة ولكن مع المحافظة على القيم المعمارية والتخطيطية للمجتمع الإسلامى .
- تجنب الأفكار التى تهدف فقط إلى جذب الانتباه وهى لاتمثل إلا شططا فى التفكير ورغبة فى الاستعراض .

المراجـــع :

أ) مراجع عربية :

١ - منازل جده القديمة « دراسة فى العمارة الوطنية لمدينة جده القديمة » . سلطان محمود خان . مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - ١٤٠٦ هـ .

٢ - جده التخطيط والعمارة الإسلامية - أمانة مدينة جده - يناير ١٩٨٠ م .

٣ - مجلة البناء - العدد الرابع والثلاثون - « عبد الواحد الوكيل وتصميم عمارة المساجد فى المملكة العربية السعودية ، ١٤٠٧ هـ

ب) المراجع الاجنبية :

1) "Jeddah, the Bride of the Red Sea, Progress and Development, " AL-Fakahani H- (ed) (1986) Cairo, The Arabian Publishing House for Encyclopaedias.

2) "The Development of Housing in Jeddah : Changes in Built Form from the Traditional to the Modern" - ALHARBI T. (1989).

Unpublished PhD. Thesis, University of Newcastle Upon Tyne.

3) MIMAR, No. 16 (1985). Hhan Hasan - Uddin, "National Commerical Bank, Jeddah"

4) MIMAR, No.1 (1981). El-Wakil Abdel Wahed, "Al Sulaiman. Palace, Jeddah."

جـ) رحلة ميدانية قام بها الباحثان .

مستقبل التنمية فى مصر ..
المجتمعات العمرانية والمدن الجديدة

د. يحيى عثمان شديد

مقدمة

السكن هو البيئة التى يعيش فيها الانسان ، وتعتبر هذه البيئة من أهم الاحتياجات الرئيسية لاستكمال مقومات حياته ، وبصفة عامة تأتى أهمية الإسكان بعد الغذاء والملبس مباشرة إن لم يكن مساوياً لها كعامل من العوامل الاساسية للحياة ، ومهما اختلفت الصورة ومهما كان نوع المسكن وأنماطه التصميمية المختلفة والمنتفعين به - فإن له متطلباته من هدوء وصحة وخصوصية .

غير أنه قد أصبح توفير السكن الملائم مشكلة « حادة » فى مصر ، ولا شك أن أحد الأسباب الرئيسية لهذه المشكلة هو تزايد السكان بصفة عامة وسكان الحضر بصفة خاصة : وهى مشكلة « متفاقمة » حيث يتزايد عليه الطلب بصفة مستمرة لإيواء الأفواج الجديدة الناتجة عن الزيادة المستمرة فى عدد السكان ، ولإيواء السكان الذين تتقادم مساكنهم وتصبح غير صالحة للسكنى ، وأيضاً لمن يسكنون فى مساكن غير صحية فى الوقت الحاضر .

لقد شهدت مصر بعد حرب ١٩٧٣ م ، تنمية عمرانية مكثفة غطت مراكز الحضر الرئيسية (القاهرة ، الإسكندرية ، ومدن القناة) وغيرها من المدن الكبرى ، كما أخذت الدولة بسياسة تنمية المدن والمجتمعات الجديدة ، فقامت بتخطيط وتنفيذ مجتمعات حضرية جديدة خارج الوادى فى المناطق الصحراوية بهدف تخفيف الضغط على وادى النيل ودلتاه ، الذى يعانى من كثافة سكانية عالية - لامثيل لها فى العالم - والحفاظ على الرقعة الزراعية المحدودة .

.... ورغم كل الجهود التى بذلت فلا زال الإسكان الحضرى فى مصر يمثل مشكلة كبرى ولا سيما بالنسبة للطبقات محدودة الدخل ...

ومن منطلق المساهمة فى تقديم الآراء القادرة على مواجهة مشكلات قومية وتحمل حلولاً تساعد على التخفيف من أعباء تحملها الجماهير على كاهلها ، وحيث أن موضوع « الاسكان وتخطيط المدن » من تخصصى « الأكاديمى » و « العملى » ، وحيث أن مشكلة الإسكان والمجتمعات العمرانية والمدن الجديدة قد كثر الحديث عنها بدون وضع حلول جذرية / عملية لها ، فكان لزاماً علىّ ونحن نتحدث عن مستقبل التنمية فى مصر ، أن أعقد هذه الندوة والتى هى فى حقيقتها عبارة عن « بحث علمى » يحوى المدخل العملى لكيفية تناول الحكومة المصرية ووزارتى الإسكان والتعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة لهذه المشكلة .

ولهذا سوف نتناول خلال هذا البحث (الندوة) بالدراسة والتحليل الموضوعات الآتية : الملامح السكانية فى مصر عام ٢٠٠٠ ، سياسة إنشاء المجتمعات العمرانية الجديدة ، المدن الجديدة فى ضوء التجارب العالمية ، بعدها نتناول بالبحث التحولات الاقتصادية وأثرها على تفاقم مشكلة الإسكان ، وأيضاً فئات الدخول ومستويات الإسكان . كما يتم دراسة المعوقات والمشاكل ، وأخيراً ، نصل إلى النتائج النهائية لتناول مستقبل التنمية فى مصر.

١ - الملامح السكانية فى مصر عام ٢٠٠٠ :

تشير البيانات والدراسات السكانية إلى أن عدد سكان مصر قد زاد من حوالى ٢٦,١ مليون نسمة عام ١٩٦٠م إلى حوالى ٣٨,٢ مليون نسمة فى عام ١٩٧٦ م ، ويتوقع أن يصل عدد سكان مصر عام ٢٠٠٠ إلى أحد « تنبؤات » ثلاثة - قامت بها ثلاث جهات مختلفة /١/.

١ ـ ١ التنبؤات الثلاثة لحجم السكان عام ٢٠٠٠ :

التنبؤ الأول : قام الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء بالتنبؤ بعدد سكان مصر عام ٢٠٠٠ على أساس افتراض ثبات معدل النمو السنوى للسكان عند ٢,٣١ ٪ ، وتوقعت الدراسة أن جملة سكان الجمهورية فى الداخل والخارج فى عام ٢٠٠٠ سيصل إلى ٦٦,١٧٩ مليون نسمة بزيادة قدرها ٢٧,٩٥١ مليون نسمة عن عام ١٩٧٦ م .

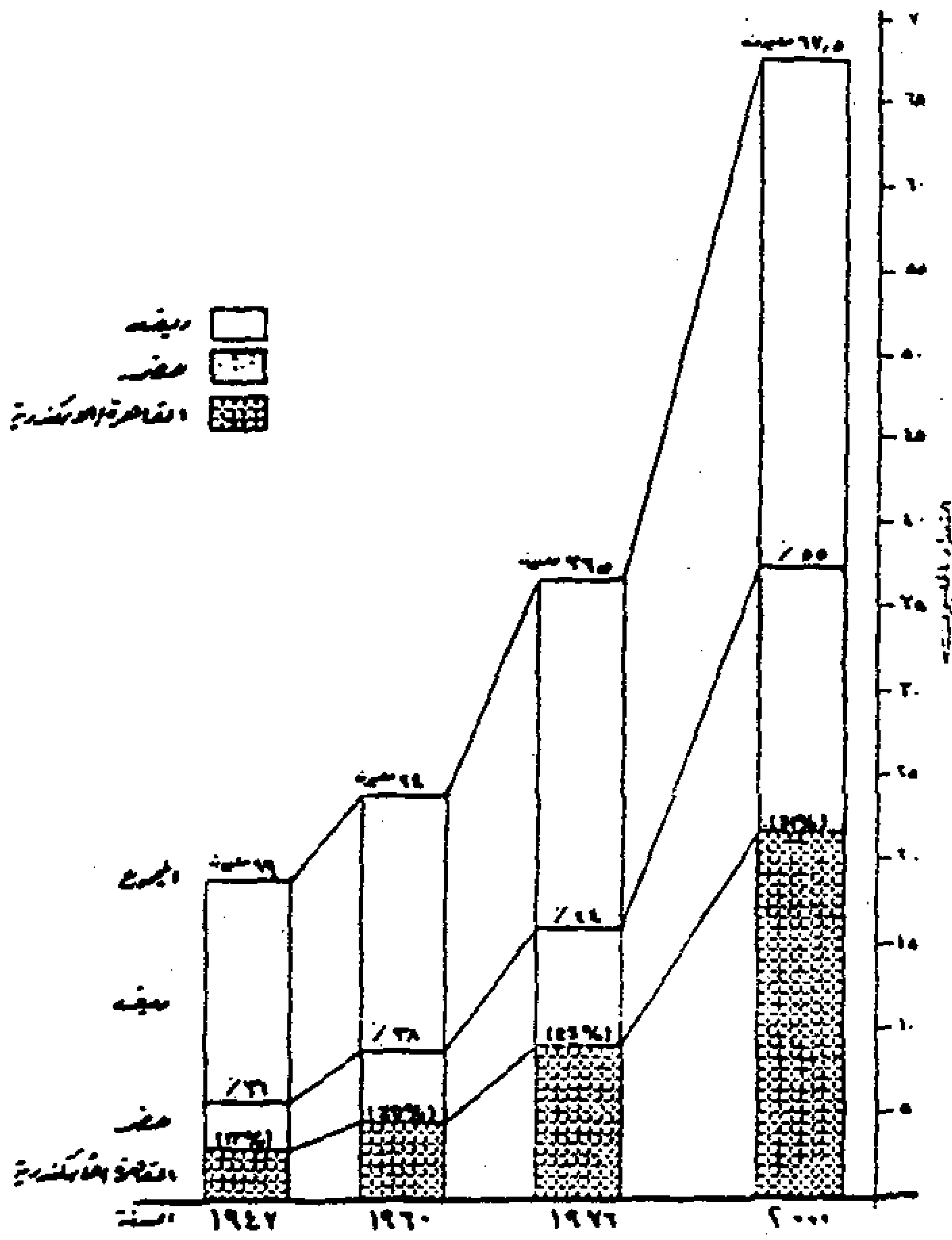
التنبؤ الثانى : قامت به هيئة الأمم المتحدة ، ووضعت الدراسة على أساس ثلاث متغيرات هى :

- تقدير عالى : ويصل فيه عدد السكان إلى ٦٧,٤٩٤ مليون نسمة .
- تقدير متوسط : ويصل فيه عدد السكان إلى ٦٤,٦٧٢ مليون نسمة .
- تقدير منخفض : ويصل فيه عدد السكان إلى ٦١,٩٤٣ مليون نسمة .

التنبؤ الثالث : قامت به الهيئة المشرفة على البحث الخاص « بدراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية » ، ووضعت هذه الدراسة أيضاً على أساس ثلاث تنبؤات هى :

- تقدير عالى : ويصل فيه عدد السكان إلى ٧٠,٣٣١ مليون نسمة .
- تقدير متوسط : ويصل فيه عدد السكان إلى ٦٧,٤٩٤ مليون نسمة .
- تقدير منخفض : ويصل فيه عدد السكان إلى ٦٤,٦٧٢ مليون نسمة .

وقد تلاحظ من التقدير المتوسط لهذه الدراسة (NUPS)، وكما هو موضح بالشكل رقم (١) ، أن عدد سكان الحضر عام ٢٠٠٠ سيصل إلى حوالى ٣٧,١ مليون نسمة ، وهو مايمثل نسبة ٥٥٪ من إجمالى سكان مصر ، كما تلاحظ أيضاً أن عدد سكان القاهرة والإسكندرية سيصل إلى حوالى ٢٠,٩ مليون نسمة ، وهو مايمثل نسبة ٣١ ٪ من إجمالى سكان الجمهورية . وإذا أخذنا متوسط التنبؤات الثلاثة السابقة لعدد سكان مصر عام ٢٠٠٠ فنجد أنها تساوى حوالى ٦٦ مليون نسمة ، وهو نفس الرقم تقريبا الصادر من الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء الذى يصل فيه عدد سكان مصر إلى ٦٦,١٧٩ مليون نسمة وعلى أساس معدل زيادة طبيعية ٢,٣١ ٪ .



شكل ١ - تعداد سكان الحضر - النمو الماضى والإسقاطات المستقبلية ١٩٤٧- ٢٠٠٠

١ ـ ٢ الكثافة السكانية :

تشير المقارنة التحليلية لعدد السكان والكثافة والمساحة لعام ١٩٧٦ م والمستقبلية لعام ٢٠٠٠ على مستوى المحافظات ، أنه فى نهاية تلك الفترة سيصل عدد سكان المحافظات الحضرية إلى ١٣,٢٠٣ مليون نسمة بزيادة قدرها ٥,٣٤٣ مليون نسمة ، وتبعاً لذلك ستزداد الكثافة السكانية من ٦٥٠٦,٤ شخص/كم^2 إلى ١٠٩٣٠ شخص/كم^2 ، أما فى محافظات الوجه البحرى فسيصل عدد سكانها إلى ٢٧,٥٠٣ مليون نسمة وبزيادة قدرها ١١,٦٤٠ مليون نسمة ، كما سيصل عدد سكان محافظات الوجه القبلى إلى ٢١,٧٦٠

مليون نسمة وبزيادة قدرها ٩,٠٩١ مليون نسمة . وبذلك يرتفع عدد سكان جملة وادى النيل من ٣٦,٣٩٢ إلى ٦٢,٤٦٦ مليون نسمة وبزيادة قدرها ٢٦٠,٠٧٤ مليون نسمة ، وسيحدث هذا فى الوقت الذى ستزداد فيه الكثافة السكانية من ١٠٣٢,٨ إلى ١٧٥٥,٦ شخص/كم^2 بالوادى فى نهاية تلك الفترة ، أما فى المحافظات الصحراوية (الحدود) فسيصل عدد سكانها إلى ١,٢٤٧ مليون نسمة وبزيادة قدرها ٨٣٦ ألف نسمة فى نهاية تلك الفترة ، فى الوقت الذى تزداد فيه الكثافة السكانية بتلك المحافظات الصحراوية عن ١,٣ شخص/كم^2 عام ٢٠٠٠ .

١ ـ ٣ سكان الحضر :

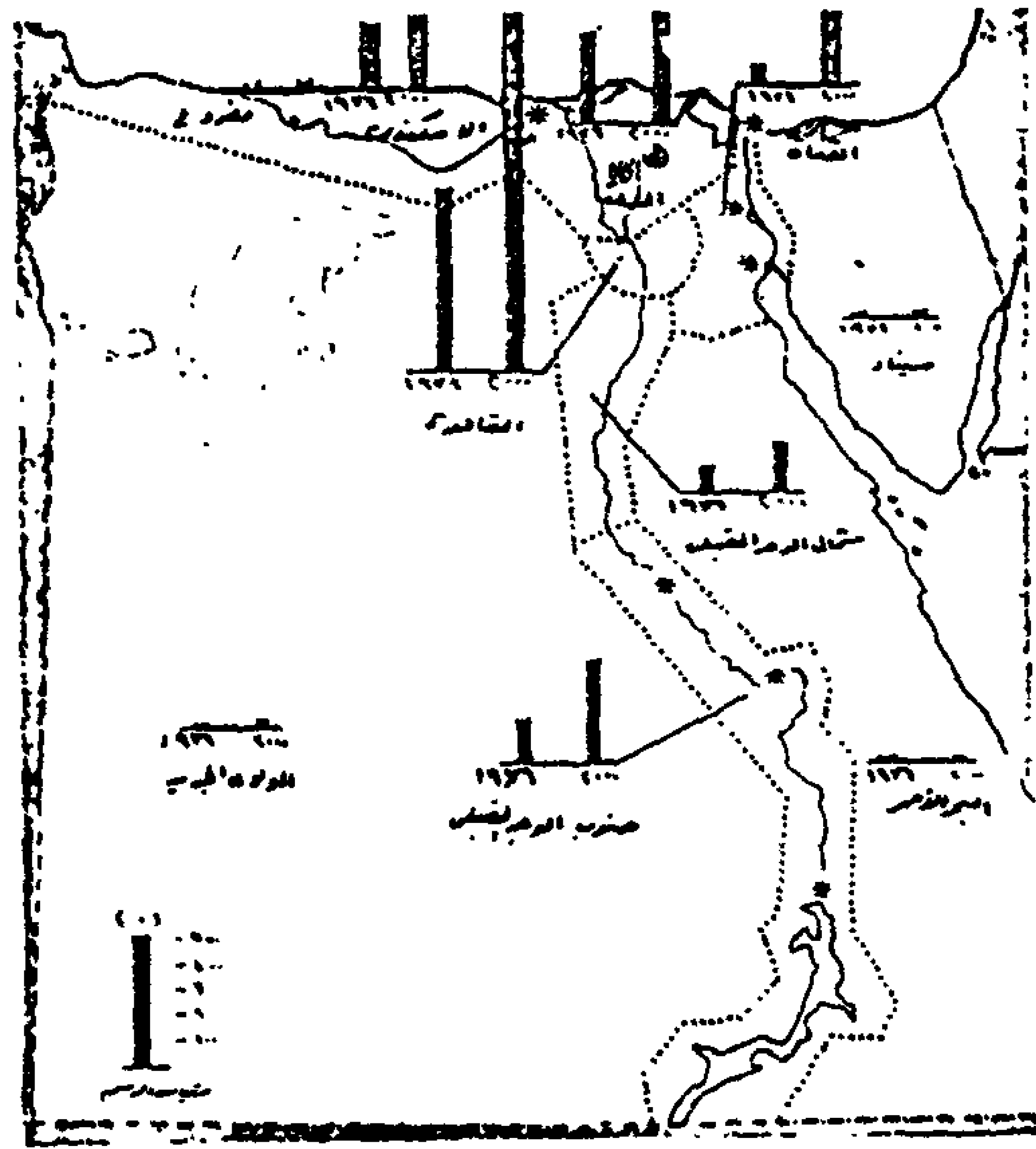
ويشير الشكل رقم (٢) والبيان المرفق به ، إلى تقديرات عدد السكان على مستوى أقاليم مصر الجغرافية عام ٢٠٠٠ ، وقد وضعت هذه التقديرات الهيئة المشرفة على البحث الخاص « بدراسة السياسة القومية للتنمية الحضرية » (NUPS)، وقد وزعت هذه الدراسة السكان الحضريين إقليمياً ، على النحو التالى :

١ - **إقليم القاهرة الكبرى** : وتقدر الدراسة أن عدد سكانه سيصل إلى ١٦,٥٠٠ مليون نسمة وبزيادة قدرها ٩,٦٥٧ مليون نسمة عن عام ١٩٧٦م ، وهذا معناه زيادة حجم القاهرة إلى نسبة ١٤٣ ٪ .

٢ - **إقليم الإسكندرية** : وتقدر له أن يستوعب ٥,٥٠٠ مليون نسمة وبزيادة قدرها ٣,١٨١ مليون نسمة عن عام ١٩٧٦م ، وهذا معناه زيادة حجم الإقليم بنسبة ١٣٧ ٪، أو بمعنى آخر أن يصل حجم مدينة الإسكندرية إلى حجم مشابه لمدينة القاهرة حالياً .

٣ - **إقليم قناة السويس** : وتقدر له الدراسة أن يصل عدد سكانه من ٦٣٠ ألف إلى ٢,٠٨٩ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ ، أى بزيادة قدرها ١,٣٥٩ مليون نسمة عن عام ١٩٧٦ م .

٤ - **إقليم الدلتا** : وسيصل عدد سكانه الحضريين إلى ٦,٩٥٢ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ وبزيادة قدرها ٣,٢٨٤ مليون نسمة ، وهذا معناه تضاعف سكان دلتا نهر النيل أى تضاعف حجم العمران حيث تصل نسبة الزيادة السكانية إلى ٨٩,٦ ٪ من إجمالى السكان



شكل ٢ - تقديرات عدد السكان على اقاليم مصر التخطيطية - الابعاد الحقيقية للتوصيات السكانية عام ٢٠٠٠

المستوطنات	اجمالى الحضر ١٩٧٦	اجمالى الحضر ٢٠٠٠	التغير فى الحضر ١٩٧٦ - ٢٠٠٠
القـــاهرة	٦ ٨٤٣ ٠٠٠	١٦ ٥٠٠ ٠٠٠	٩ ٦٥٧ ٠٠٠
الاسكندرية	٢ ٣١٩ ٠٠٠	٥ ٥٠٠ ٠٠٠	٣ ١٨١ ٠٠٠
القنــــاة	٦٣٠ ٠٠٠	٢ ٠٨٩ ٠٠٠	١ ٤٥٩ ٠٠٠
الدلتـــــا	٣ ٦٦٨ ٠٠٠	٦ ٩٥٢ ٠٠٠	٣ ٢٨٤ ٠٠٠
شمال الوجه القبلى	٩٨٣ ٠٠٠	١ ٨٢١ ٠٠٠	٨٣٨ ٠٠٠
جنوب الوجه القبلى	١ ٤٨٨ ٠٠٠	٣ ٧٤٨ ٠٠٠	٢ ٢٦٠ ٠٠٠
المناطق النائية			
البحر الأحمر	٥٦ ٤٠٠	١١٠ ٠٠٠	٥٣ ٦٠٠
الوادى الجديد	٤٣ ٤٠٠	١٠٠ ٠٠٠	٦٥ ٦٠٠
ســـيناء	١٠ ٠٠٠	١٠٠ ٠٠٠	٩٠ ٠٠٠
مطـــروح	٥١ ٠٠٠	٦٠ ٠٠٠	٣٩ ٠٠٠
اجمالى المناطق النائية	١٥١ ٨٠٠	٤٠٠ ٠٠٠	٢٤٨ ٢٠٠
اجمالى الحضر	١٦ ٠٨٢ ٨٠٠	٣٧ ٠١٠ ٠٠٠	٢٠ ٩٢٧ ٢٠٠

مدن ذات أهمية خاصة (١٩٧٦ - ٢٠٠٠)

المستوطنات	تعداد سكان الحضر ١٩٧٦	تعداد سكان الحضر ٢٠٠٠	التغير فى السكان ١٩٧٦ - ٢٠٠٠
تأثير خاص لتشجيع النمو (باستثناء الاسكندرية)			
بورسعيد	٢٦٢ ٦٠٠	٦٥٠ ٠٠٠	٣٨٧ ٠٠٠
الاسماعيلية	١٤٧ ٠٠٠	٥٠٠ ٠٠٠	٣٥٣ ٠٠٠
السويس	١٩٠ ٢٠٠	٨٥٠ ٠٠٠	٦٥٦ ٨٠٠
اسيوط	٢١٣ ٩٠٠	٦٠٠ ٠٠٠	٣٨٦ ٠٠٠
نجع حمادى	١٩ ٨٠٠	١٧٥ ٠٠٠	١٥٥ ٢٠٠
قنا	٩٣ ٨٠٠	٢٢٥ ٠٠٠	١٣١ ٢٠٠
اسوان	١٢٤ ١٠٠	٤٥٠ ٠٠٠	٣٠٥ ٦٠٠
تأثير خاص لإدارة النمو			
طنطا	٢٨٥ ٠٠٠	٥٧٥ ٠٠٠	١٩٠ ٠٠٠
المنصورة	٢٥٨ ٠٠٠	٥٥٠ ٠٠٠	٢٩٢ ٠٠٠

الحضريين عام ١٩٧٦ م .

٥ - **إقليم مصر العليا (شمال وجنوب الصعيد)** : وتقدر لها الدراسة أن يصل عدد سكانها الحضريين إلى ٥,٥٦٩ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ بزيادة قدرها ٣,٠٩٨ مليون نسمة ، وهذا يعنى أن تصل نسبة السكان الحضريين فى هذه المنطقة إلى ١٢٥٪ من إجمالى السكان الحضريين حالياً .

٦ - **المناطق النائية** : وتشمل محافظات البحر الاحمر ، الوادى الجديد ، سيناء ، ومطروح ، وتقدر لها الدراسة أن يصل عدد سكانها الحضريين إلى ٤٠٠ ألف نسمة فقط حتى عام ٢٠٠٠ .

١ ـ ٤ توزيع السكان على اقاليم مصر التخطيطية :

وفى محاولة من جانب وزراة التخطيط لإعادة توزيع سكان مصر على أقاليم مصر التخطيطية - المعتمدة - بهدف استيعاب النمو السكانى المتزايد ، فقد وضعت « تصور مبدئى » للخريطة السكانية لجمهورية مصر العربية عام ٢٠٠٠ /٢/ ، وذلك فى ضوء عدد السكان التقديرى ، أماكن التوطين ، المساحة العمرانية المضافة ، الكثافة السكانية الكلية والمأهولة وقد تلاحظ من هذا الجدول الآتى :

١ - تحديد سكان إقليم القاهرة بعدد ٩,١٥٠ مليون نسمة ، مع زيادة المساحة المأهولة ٢,٣٣٤ ألف كم٢ ، وذلك بهدف تخفيض الكثافة السكانية فى المناطق المأهولة بالإقليم من ٤١٤٣ إلى ٨٣ شخص/كم٢ .

٢ - زيادة عدد سكان إقليم الإسكندرية من ٤,٨٦٠ إلى ٧,٣٦٠ مليون نسمة ، مع إضافة مساحة عمرانية للإقليم تقدر ١,٩٠٠ ألف كم٢ لتصبح ١٢,٨٠٦ ألف كم٢ عام ٢٠٠٠ ، وذلك بهدف خفض الكثافة السكانية بالإقليم من ٤٤٦ إلى ٧٥ شخص/كم٢ فى نهاية تلك الفترة .

٣ - الحد من النمو السكانى فى منطقة الدلتا ليستوعب ٩,٤٨٠ مليون نسمة فقط ، وعلى أساس إضافة مساحة عمرانية تبلغ ١,٣١٠ ألف كم٢ ، وذلك بهدف خفض الكثافة السكانية من ٨٩٠ إلى ٦٤ شخص/كم٢ .

٤ - زيادة عدد سكان إقليم قناة السويس من ٣,٧٠٠ إلى ٩,٤٣٠ مليون نسمة ، مع إضافة مساحة ٣٨,٦٠٠ الف كم٢ للإقليم ، وعليه تنخفض الكثافة تبعا لذلك من ٨١٧ إلى ١٨ شخص/كم٢ .

ويلاحظ بصفة عامة ، أن الزيادات السكانية حتى عام ٢٠٠٠ والتى تقدرها وزارة التخطيط بعدد ٢٥,٨٠٠ مليون نسمة من عام ١٩٧٦ حتى عام ٢٠٠٠، يتم توزيعهم على أساس إضافة مساحة تقدر ١٦٣,٦٠٠ الف كم٢ إلى المساحة العمرانية الحالية (عام ١٩٧٦ م) ، والتى تبلغ ٣٨,٤٠٠ الف كم٢ ، لتصل (عام ٢٠٠٠) إلى ٢٠٢ الف كم٢ ، وإذا تم تحقيق هذا التصور ستنخفض الكثافة السكانية فى المناطق المأهولة من ٩٦٠ إلى ٣٠ شخص/كم٢.

٢ - سياسة إنشاء المجتمعات العمرانية الجديدة (المدن المستقلة والتابعة) :

من منطلق أنه : « لايمكن أن تظل حياة المصريين محصورة بالدلتا ووادى النيل الضيق ، وأنه لايمكن الانتظار دون إيجاد حل مع التزايد المطّرِد فى عدد السكان ، وقد حان

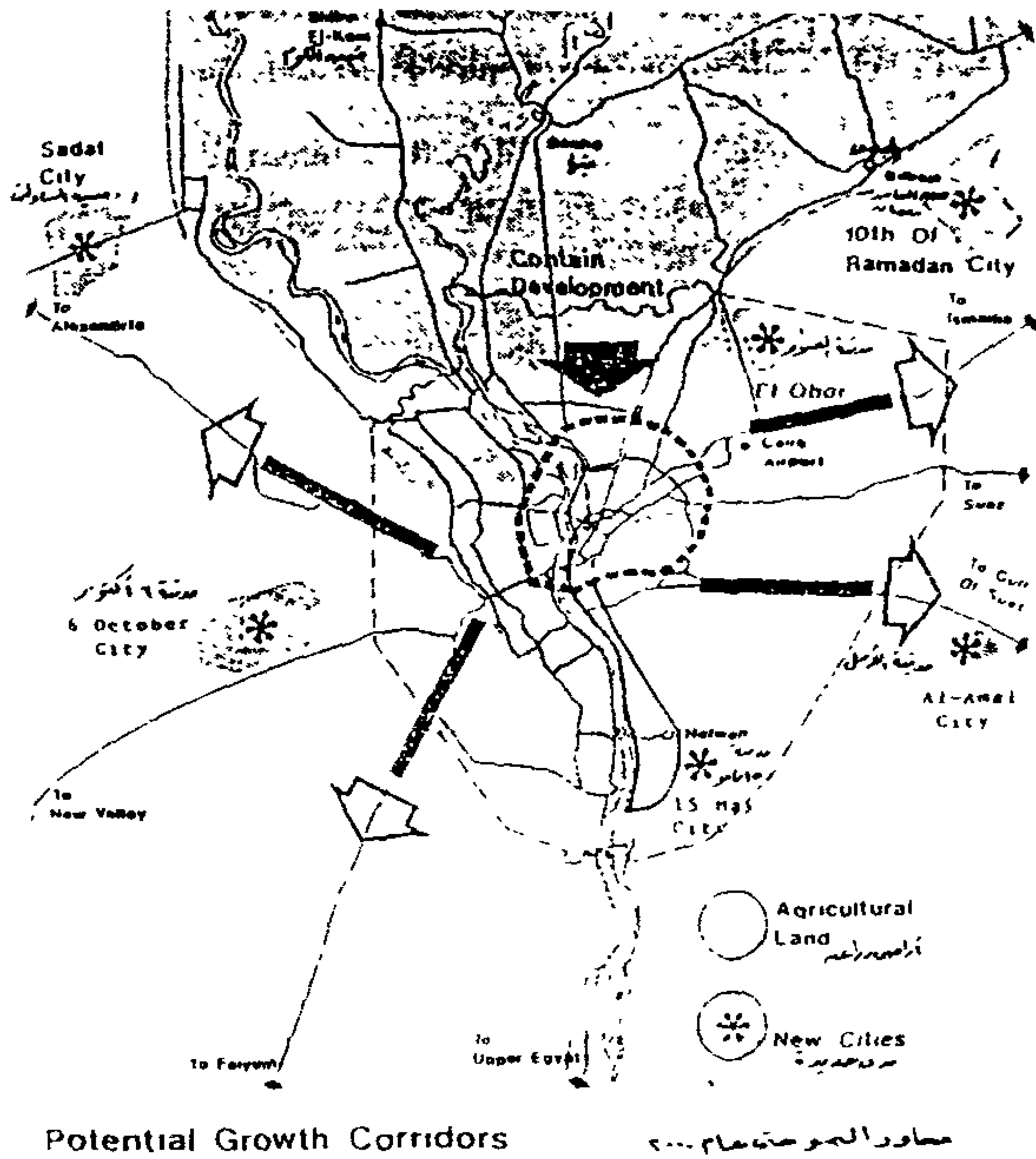
الوقت لوضع سياسة جديدة لمصر عن طريق إيجاد مساحات جديدة تصلح كمناطق جذب للسكان والأنشطة الإدارية المختلفة » /٣/... فقد تم بالفعل وضع سياسات إسكان جديدة تعمل على تنمية مجتمعات عمرانية جديدة ، تهدف إلى إمتصاص الزيادات السكانية ، وتخفف الضغط عن الدلتا ، وتساعد على الحد من الهجرة إلى القاهرة والإسكندرية .

وتنقسم المجتمعات العمرانية الجديدة - التى يجرى تنميتها حالياً فى مصر - إلى « مدن مستقلة » ذات أساس اقتصادى ، وأخرى « مدن تابعة » لها صلة وثيقة « بالمدينة الأم (العاصمة) وتعتمد عليها فى مؤسساتها الاقتصادية والثقافية والاجتماعية /٤/. هذا بجانب التجمعات العمرانية الجديدة ، والذى يجرى بناؤها على الطريق الدائرى حول القاهرة ومن أمثلتها « الشروق » « والمعادى الحديثة » .

تهدف الحكومة من إنشاء وتنمية المدن الجديدة إلى مايلى :

- جزء من خطة قومية واسعة للتوسع الصناعى .
- إيجاد فرص عمالة جديدة .
- امتصاص بعض الإمتداد العمرانى ومايتبعه من كثافات سكانية فى القاهرة والإسكندرية .

وتشمل المدن الجديدة (المستقلة) الجارى تنفيذها حالياً كلا من : العاشر من رمضان والسادات بخلاف السادس من أكتوبر ، وكذلك العامرية الجديدة - التى تكاملت دراستها وبدأ تنفيذ مراحلها الأولى - خارج نطاق مدينة الاسكندرية وتعتبر هذه العملية هى الخطوة الأولى فى حركة المدن الجديدة فى مصر . وقد تبنت مصر سياسة إقامة المدن الجديدة .. وشرعت فى إنشاء المدن التابعة والمدن المستقلة . ففيما بين ١٩٧٧ م ، و ١٩٨٢ م صدرت قرارات جمهورية بإنشاء ٩ مدن جديدة إلى جانب اعتبار ميناء دمياط الجديد والساحل الشمالى الغربى مجتمعات عمرانية جديدة .. وبدىء بالفعل فى إنشاء ٣ مدن مستقلة : العاشر من رمضان (٥٥ كيلو متراً شمال شرق القاهرة) ، السادات (٩٣ كيلو متراً شمال غرب القاهرة) ، العامرية الجديدة (٤٠ كيلو متراً من الإسكندرية وعلى بعد ٢٠٠ كيلو مترا من



شكل ٣ - مواقع المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة حول إقليم القاهرة ومحاور النمو حتى عام ٢٠٠٠

القاهرة) /٥/. إلى جانب مدينتين تابعتين للعاصمة هما ١٥ مايو و ٦ أكتوبر وكلتاهما تقع بعد حوالى ٣٥ كيلو متراً من القاهرة . ويشير الشكل رقم (٣) إلى مواقع المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة حول إقليم القاهرة ومحاور النمو حتى عام ٢٠٠٠ م .

٣ - تقويم سياسة المجتمعات العمرانية والمدن الجديدة :

من الملاحظ أن سياسة إقامة المدن الجديدة كانت أولاً وقبل كل شىء قراراً سياسياً وتخطيطا موجها بهدف معين ، وليس نموا وتطورا طبيعيا لمجتمعات بشرية قائمة تتوسع بشكل تلقائى نتيجة لظروف خارجية أو داخلية ، قد تكون اجتماعية أو اقتصادية أو ثقافية .. إلخ . ومن ثم فإنه من الممكن التعرف على مشكلاتها وعلى عوامل التغير والظروف التى حدثت فيها والاحتياجات الجديدة التى ترتبت عليها . كما أن نوعية تخطيط المدن الجديدة يجب أن يعكس اختلافات تصور الطبقات الاجتماعية المصرية للحياة الحضرية وخبرة هذه الطبقات فى التعامل مع المحيط العمرانى المبنى وارتياح هذه الطبقات وتوافقها للمعيشة فى هذا المحيط . والمدن الجديدة بما أنها مدن مصطنعة أى من

صنع الإنسان ، فإنها تعبر عن محاولة المخطط والمصمم الحضرى لتنظيم وترتيب الحيز العمرانى بطريقة تيسر للمدينة القيام بوظائفها التى أنشئت من أجلها وفى ذات الوقت تشبع الاحتياجات الإنسانية لسكان هذه المدن على اختلاف مستوياتهم الثقافية والاقتصادية .

وقد أنشئت الأحياء السكنية العديدة والخدمات العامة المختلفة ، وأدخلت المرافق ورصفت الطرق ، وأنشئت المصانع بمستوياتها المختلفة ، وهذه المنشآت وهذه المبانى سوف تنمو وتتطور . لذلك فإن تقييم هذه التجارب فى مصر مهم للغاية قبل التوسع فى إنشاء مدن جديدة ، وهناك بعض الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية التى يمكن أن نشير إليها كأساس لإنشاء المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة والتى نستطيع من خلالها التعرف على المشكلات التى تواجه مدننا الجديدة وبصفة خاصة المدن المستقلة والتى يبدو أنها تتعلق أساسا بصعوبة جذب السكان إلى هذه المدن ، وصعوبة تنمية هذه المدن اجتماعيا واقتصاديا . ولقد ارتبطت نشأة المدن الجديدة فى العالم بتوافر الأسس الاقتصادية التى يستطيع المخططون أن يقيموا حولها وغليها الأنشطة العمرانية ، سواء تمثلت هذه الأسس فى موارد طبيعية : مناجم ، آبار ، أو فى ظروف طبيعية : موانىء ، بحور ، محيطات ، أو كانت من صنع الإنسان : موانىء مصطنعة ، إلتقاء طرق ومواصلات ، إنشاء السدود .. إلخ ، هذه الظروف الطبيعية أو المصطنعة تعتبر أهم الأسس التى تحكم نشأة المدن الجديدة . لذا فإن الاختيار المناسب لموقع المدينة الجديدة والإقليم الذى تنشأ فيه هام للغاية .

فقد أنشئت فى كندا سلسلة من المدن لتنمية موارد معينة فى مناطق نائية قليلة الكثافة السكانية ، ولحسن اختيار مواقع تلك المدن نشطت الحياة فى داخل كل المدن ، حول المصنع أو الشركة التى تستغل هذه الموارد ، كما ربطت بعض الدول برنامج المدن الجديدة بنشأة الصناعات الثقيلة : الحديد والصلب ، السيارات ... إلخ ، فقد أنشئت فيما بين ١٩٤٩ م و ١٩٦٥م تسع مدن جديدة فى المجر لتنمية صناعات ثقيلة فى مناطق ذات كثافة سكانية ضئيلة /٦/. وطبقاً لاستراتيجية التنمية العمرانية فى المملكة العربية السعودية فقد أنشئت مدينة ينبع فى السعودية على الساحل الغربى والبحر الأحمر لتوجيه تجارة البترول السعودى نحو مياه أقل خطورة من الخليج الإيرانى ، وبغرض خدمة البترول والمعادن والصناعات الثقيلة القائمة عليها /٧/. وفى ضوء إمكانيات الموقع المختار والظروف العامة لخطط التنمية القومية الإقليمية يمكن تحديد الوظيفة السائدة للمدينة ، حيث من الصعب أن تقتصر المدينة على وظيفة معينة ، فهى حتى وإن نشأت لتقوم بوظيفة ما ، فإنها بعد فترة من الوقت تتنوع أنشطتها . ولكننا عندما نتحدث عن وظيفة المدينة الجديدة فإننا نتحدث عن الوظيفة الاقتصادية السائدة بها ، هذه الوظيفة التى تتحدد بناء على إمكانية الموقع ، تحدد فرص العمل التى يمكن إتاحتها فى ضوء الإستثمارات العامة والخاصة المتاحة والتى يمكن إتاحتها فى القريب العاجل بطريقة واقعية ، آخذين فى الاعتبار حجم العمالة التى يمكن اجتذابها من المناطق المحيطة ونوعيتها واحتياجات هذه العمالة من المرافق والخدمات . فحجم العمل المتاح فعلاً هو الذى يحدد حجم المدينة الجديدة فى كل مرحلة وحجم الخدمات التى يحتاجها هذا التجمع العمرانى /٨/.

ويحدد حجم العمل المتوقع على أساس خطة الدولة لتنمية القوى الإنتاجية وخطة الدولة لتنمية سبل النقل والمواصلات وخطة الدولة لتنمية المستوطنات الحضرية بصفة عامة . لذلك يجب أن يكون أمام الساسة والمخططين تصور واضح واقعى عن الأقاليم الاقتصادية للدولة ، والمواد الطبيعية لكل إقليم وحجم هذه الموارد وإمكانية استغلالها اقتصاديا وفنياً وتكنولوجياً ، وحتى يكون هذا التصور واقعيا ، فإن الإمكانيات الاقتصادية للأقاليم يجب أن توضع فى شكل مؤشرات علمية ولاتكون مجرد قوائم عن الأماكن والمشروعات التى يمكن إقامتها خلال فترة ما . فإذا توافر « الأساس الاقتصادى » الذى يمكن أن تقوم عليه المجتمعات الجديدة فى أكثر من مكان ينبغى المقارنة بين تلك المواقع والاختيار فيما بينها على أساس معايير تبرز مزايا وعيوب الأماكن من الناحية البيئية وتعطى درجات لكل عامل على حده .

إن العوامل التى تقام على أساسها المواقع معروفة وتتعلق : بالظروف المناخية والصحية ، وإمكانيات توافر المياه ، خصائص الأرض ، إمكانيات مد المدينة بالبنية الأساسية ، وتوافر مواد البناء فى المنطقة ، وسهولة الوصول

إلى المدينة ، وصلاحية الأراضى للبناء ، وقربها من الأراضى الزراعية أو الأنشطة الاقتصادية المتاحة ، جاذبية المكان وسهولة تخصيص الأرض طبقاً للاستعمالات العمرانية المختلفة . وعن طريق دراسات الجدوى يمكن اختيار افضل هذه المواقع بالنسبة للاقتصاد الوطنى ، وبالنسبة للإستثمار المطلوب والتكلفة من جهة ، وبالنسبة لنمو الإنتاج والأنشطة الاقتصادية المتوقعة من جهة أخرى . ويلاحظ أن المدن التوابع فى مصر التى نشأت بالفعل تقع على طول مناطق التنمية القائمة فى القاهرة والجيزة ، كما أنها قريبة بالقدر الكافى من هذه المدن بحيث سيتاح لها جذب الصناعات والسكان . إلا أن التكلفة المالية للوحدات السكنية المنشاة فى مدينة ١٥ مايو مثلاً ، مرتفعة بالنسبة للأسر التى كان مفروضاً اجتذابها ، وهى أسر العمال العاملين فى حلوان والمقيمين فى القاهرة .

أما بالنسبة للمدن المستقلة فى مصر ، فإنها بعيدة عن العاصمة ، وبعيدة عن المواقع الحالية للتنمية العمرانية ، ومن ثم بعيدة عن مصادر العمالة ، وبعيدة عن الأسواق الرئيسية ، وقدرتها على اجتذاب الصناعات الصغيرة والمتوسطة محدودة ، أما الأنشطة الصناعية الكبيرة فلن يتاح جذبها إلى هذه المدن دون دعم حكومى كبير ٩٠٪ . ويلاحظ أن مدينة « العاشر من رمضان » قد اجتذبت بالفعل قدراً لاباس به من الصناعات الصغيرة والمتوسطة ، إلا أن نسبة كبيرة من هذه العمالة بهذه المصانع مازالت تقيم فى القاهرة وتنقل أو تنتقل إلى المدينة الجديدة كل يوم . أما مدينة « السادات » فموقعها أقل تميزاً من مدينة « العاشر من رمضان » وبالرغم من أنه من بين أهداف إنشائها نقل بعض الوزارات إليها ، فإن العاملين بالوزارات المعنية يعتبرون هذا النقل نقلاً تعسفياً . وترفض نسبة كبيرة منهم مبدأ الانتقال .

جدول ١ - بيانات مقارنة عن أكبر ١٥ مدينة فى العالم

	المدينـــة	عدد السكان بالاف نسمة		المساحة كم٢	الكثافة فى الكم٢ بالالف	عدد السكان المتوقع بالالف	نسبة عدد سكان المدينة لسكان الدولة		اعداد العاملين بمرافق المدينة	الانفـــاق		
							النسبة	السنة		الانفاق السنوى بليون ين		نصيب الفرد من الانفاق ين
١	القاهرة	٦,٠٩٠	١٩٨٤	٢١٤	٢٨,٥٠٠	١١,٠٠٠	٪١٣,١	١٩٨٤	٢٣١,٩٩٩٢	٩٦,٨	١٩٨٤	١٥,٩٠٠
٢	بنكوك	٥,٤٧٠	٨٤	١,٥٦٩	٣,٥٠٠	٧,١٠٠	٪١٠,١	٨٣	٤٣,٧٢٩	٤٨,٠٠	٨٣	٨,٨٠٠
٣	بكين	٩,٣٣٠	٨٣	١٦,٨٠٧	٦٦	١٠,٠٠	٪ ,٩	٨٣	٦,٢٠٠	٢٣٥٠,٥	٨٣	٢٥,٢٠٠
٤	دلهى	٦,٢٢٠	٨١	١,٤٨٥	٤,٢٠٠	٩,٢٠٠-١٤,٣٠٠	٪ ,٩	٨١	لم ترد	٢٤,٦	٨٣	٤,٠٠٠
٥	ماكرتا	٧,٢٥٠	٨٣	٦٦٦	١١,١٠٠	٨,٩٤٠-١١,٣٩	٪٤,٤	٨٠	٧١,٥٣٦	لم ترد	--	لم ترد
٦	سيول	٩,٢٠٠	٨٣	٦٢٧	١٤,٧٠٠	١٠,٧٩٠-١١,٢١٠	٪ ٢٣	٨٣	٤٤,٢٩٤	٢١٦,٥	٨٣	٢٣,٥٠٠
٧	طوكيو	١١,٧٥٠	٨٣	٢,١٦١	٥,٤٠٠	١١,٨١٠-١١,٧٩٠	٪٩,٨	٨٣	٢٠٨,٨٢٢	٣,٣٩٠,٥	٨٣	٢٨٨,٦٠٠
٨	نيويورك	٧,٠٧٠	٨٠	٧٨١	٩,١٠٠	لم ترد	٪٣,١	٨٠	١٩٨,٩٤٥	٤١٠٢,٠	٨٤	٥٨٠,٢٠٠
٩	سيونرنوبلر	٥,٢٤	٨١	٨٣,٨٦٠	٦,٥	٥,٧٦٠-٦,٦٧٠	٪٣٥	٨١	١٠٩,٥١٦	٠٠٠١,١	٨٤	٤٠٨,٦٠٠
١٠	مكسيكوستى	٩,٩٩٠	٨٤	١,٥٠٣	٦,٦٠٠	١١,٠٤٠-١٢,٧٥٠	٪١٣	٨٤	لم ترد	٤٩٠,٠	٨٤	٤٩,٠٠٠
١١	سان بولو	٨,٤٩٠	٨٠	١,٤٩٣	٥,٧٠٠	١١,٣٨٠-١٣,٦٠٠	٪٧,٢	٨٠	١٢٥,٥٨٤	١٢٥,٤	٨٤	١٨,٠٠٠
١٢	لندن الكبرى	٦,٧٦٠	٨٣	١,٥٧٩	٤,٣٠٠	٦,٥٩٠-٦,٦٠٠	٪٣١,١	٨٢	٢١,١٦٩	٠٨٤,٨	٨٣	١٦٠,٥٠٠
١٣	استانبول	٤,٤١٠	٨٠	١,٦٣٩	٢,٧٠٠	٧,١٠٠	٪٦,٩	٨٠	١٠,١٥٩	٥٣,٢	٨٥	١٢,١٠٠
١٤	موسكو	٨,٥٤٠	٨٤	١,٠٥٩	٨,١٠٠	١٩,٠٠٠-٤,٢٠٠	٪٣,١	٨٣	لم ترد	١٠٧٧,٤	٨٣	١٢٦,٢٠٠
١٥	باريس	٣,١٨٠	٨٣	١٠٥	٢٠,٨٠٠	لم ترد	٪ ٤	٨٢	٣٦٩٦٣	٥٠١,٤٠	٨٤	٢٣٠,٠٠٠

إن المدن المصرية الجديدة لاتتمتع بمزايا موقعية كبيرة ، ولن يتاح لها تحقيق النمو الذى استهدفته سياسة إنشائها إلا من خلال استثمارات حكومية ضخمة تنفق خلال مدة الإنشاء ، وخلال فترة التشغيل دون أن تحقق الآثار المعول عليها من حيث استيعاب عدد السكان المرغوب . فإنشاء المدن الجديدة فى ظروف بلادنا الآن فيه تبديد للموارد القليلة التى لدينا خاصة أن المدن الجديدة لن تكون مواردها فى القريب العاجل كافية للنمو الاقتصادى المرغوب /١٠/.

٤ - المدن الجديدة فى ضوء التجارب العالمية :

وفى ضوء التجارب العالمية ، يتضح أن نشاة المدن الجديدة فى الدول النامية ارتبطت بانفجار سكانى حاد ، وبسرعة ارتفاع معدلات التحضر فيها ، نتيجة لموجات هجرة مكثفة من المناطق غير الحضرية إلى مدينة أو مدينتين على الأكثر ، يتكدس فيها من ربع إلى ثلث سكان هذه الدول ، مما ادى إلى ارتفاع معدلات التحضر فى أغلب الدول النامية ، لا يبرره مستوى نموها الاقتصادى ، فهو اسرع بكثير من قدرة هذه الدول ، على توفير البنية الأساسية والخدمات المتنوعة ، والتنظيمات المختلفة ، لمواجهة التغيرات والتحولات المصاحبة للتحضر /١١/. ويوضح الجدول رقم (١) بيانات مقارنة عن أكبر ١٥ مدينة فى العالم . لذا فبينما ينظر إلى التحضر فى البلدان المتقدمة ، على أنه أساس ضرورى للتنمية الاجتماعية والاقتصادية ، فإن إيقاع التحضر فى الدول النامية يعتبر تهديداً صارخاً لمستقبلها ومستقبل ابنائها ، ويتطلب إتخاذ إجراءات متانية ومتعقله من حكومات تلك الدول ، لتوجيه مسار التحضر وتحقيق مزيد من العدالة فى توزيع الاستثمارات والثروات وفرص العمل بين الاقاليم ، مما يؤدى إلى مزيد من العدالة الاجتماعية بين الافراد أياً كانت أماكن إقامتهم /١٢/.

إن الدول النامية تتفاوت فى مستوى تحضرها ، فى معدلات نموها بصفة عامة ونموها العمرانى بصفة خاصة ، فى درجة نموها الاقتصادى ، فى أنظمتها الاقتصادية والسياسية ، فى عاداتها وتقاليدها ، فى درجة وعيها بالمشكلات البينية والاقتصادية والاجتماعية المحلية والإقليمية والقومية ، لذا فإن ماتتبناه الدول المتقدمة ، والدول ذات الاقتصاد الموجه من سياسات واستراتيجيات وبرامج عمل لتوجيه مسار التحضر من الصعب نقله وتنفيذه فى الدول النامية ، وهذا لايعنى أننا نؤيد البدء من الصفر وعدم الاستفادة من تجارب الدول التى سبقتنا ، ولكن يجب الأخذ فى الحسبان الظروف المختلفة ، وهذا لا يعنى الظروف الاقتصادية فقط بل الظروف الاجتماعية والثقافية أيضاً . لذا فإن اختيار السياسة المناسبة ، والاستراتيجيات الكفيلة لتنفيذ السياسة المتبناه يجب أن تاخذ فى الحسبان ظروف كل بلد على حدة ومدى مناسبتها للمناخ الاقتصادى والاجتماعى السائد ، ومدى إمكانية تنفيذ مثل هذه الاستراتيجيات .

وقد وجدت استراتيجيات كثيرة لتوزيع السكان أخذت بها الدول النامية ، منها ماهو خاص بضبط نمو العاصمة والمدن الكبرى ، ومنها ماهو خاص بتطوير وتنمية المدن الصغيرة والمدن المتوسطة ، ومنها ماهو خاص بتنمية القطاعات غير الحضرية والمناطق النائية وذلك باحتجاز سكانها فيها عن طريق نقل فرص العمل إلى السكان بدلاً من نقل السكان إلى فرص العمل . وهذا الفكر التخطيطى « المتميز » ، يجرى تحقيقه حالياً - كما هو موضح بالشكل رقم (٤) - من خلال تنفيذ استراتيجية تنمية عمرانية « شاملة » على المستوى الوطنى ، تهدف إلى إعادة توزيع السكان من خلال تنمية المدن الصغرى والمتوسطة ، وعلى أساس نقل فرص العمل إلى سكان تلك المدن ، بدلاً من نقل هؤلاء السكان إلى فرص العمل المتوفرة فى العاصمة والمدن الكبرى (الرياض ، الدمام ، جده ، .. الخ) .

كما أن هناك بعض الاستراتيجيات الجزئية التى تلجا إليها بعض الدول النامية وتعمد إلى نقل العاصمة الإدارية . ولعل أبرز أمثلة حديثة لها برازيليا (البرازيل) وكما هو مبين بالشكل رقم (٥) ، كذلك فهناك إسلام أباد (باكستان) ، وشانديجار (عاصمة) إحدى ولايات الهند (البنجاب) . ولعل اهم مايؤخذ على نقل العواصم الإدارية ، أن آثارها على توزيع السكان محدوده . ففى « إسلام أباد » تنمو العاصمة الجديدة نموا بطيئاً للغاية ، أما « برازيليا » فإن ماحققته من نجاح يرجع إلى ازدهار المدينة الصناعية المجاورة لها Bela Harizonte . إن التكلفة الرئيسية لإنشاء

عاصمة جديدة من العدم باهظة ، كما أن نقل العاصمة قد يبطىء النمو الإقتصادى نتيجة للفصل الجغرافى بين العاصمة الإدارية والمركز التجارى الرئيسى فى الحيز العمرانى ككل /١٣/. ومن الاستراتيجيات الجزئية أيضاً تلك التى تعمل على خلق قطب مضاد بعيداً عن العاصمة ، يمكن تنميته بحيث يتوازن مع أهمية العاصمة ، ويقلل من تمركز السكان والأنشطة الاقتصادية فى هذه الأخيرة /١٤/.

وأخيراً هناك استراتيجيات إنشاء المدن الجديدة التابعة أو المستقلة التى طبقت كثيراً فى الدول المتقدمة ، والدول ذات الاقتصاد الموجه ، وتطبق حالياً فى بعض الدول النامية ومنها مصر ، بالرغم من أن الإمكانيات الاقتصادية لمعظم هذه الدول محدودة ولاتسمح بتخصيص الاستثمارات اللازمة والكافية لتكلفة وإنشاء وتسيير وإدارة هذه المجتمعات الجديدة .

ومهما كانت السياسات التى تتبناها الدول النامية فى ضبط وتوجيه مسار تحضرها ، فإنه يجب الأخذ فى الاعتبار السياسات التخطيطية التالية /١٥/:

١ - أن يتم وضع السياسة المتبناه فى إطار التخطيط القومى الشامل وفى حدود خطة الدول العامة فى التنمية الاجتماعية والاقتصادية ، وعلى ضوء العوائق المعروفة وهى حجم الاستثمارات المطلوبة ، ضعف الموارد المحلية ، وإحجام رؤوس الأموال المحلية والعالمية فى الاشتراك فى مثل هذا النوع من الاستثمارات .

٢ - وضع سياسة طويلة المدى لفترة لاتقل عن عشرين عاماً متفق عليها من الجميع ، على أن يكون هناك التزام سياسى بتنفيذها من جانب الحكومات التى تتولى زمام الامور خلال الفترة المحدودة أياً كانت إتجاهاتها .

٣ - مراعاة عدم تعارض أى سياسة تتبناها الدول النامية مع قوى السوق ، فإذا كانت بعض الدول النامية فى مراحل نموها الأولى حيث يتمركز سكانها فى مدينة أو مدينتين على الأكثر ، فإن سياسة توزيع السكان المتبناه قد تتعثر خاصة فى الدول ذات الدخل المحدود .

٤ - الآثار المعول عليها نتيجة لتبنى سياسة ما يجب أن تكون واقعية لأن هذه الآثار غالباً ماتكون هامشية ومتواضعة على الأقل على المدى القصير .

٥ - يفضل أن تشمل السياسة المتبناه القطاعات الحضرية وغير الحضرية معاً بهدف العمل على ارتفاع دخول الأفراد وتحقيق مزيد من الرفاهية ومزيد من العداله الاجتماعية فى الحصول على الخدمات بالنسبة لجميع الأفراد وبصرف النظر عن أماكن إقامتهم .

٥- التحولات الاقتصادية وأثرها على تفاقم مشكلة الاسكان :

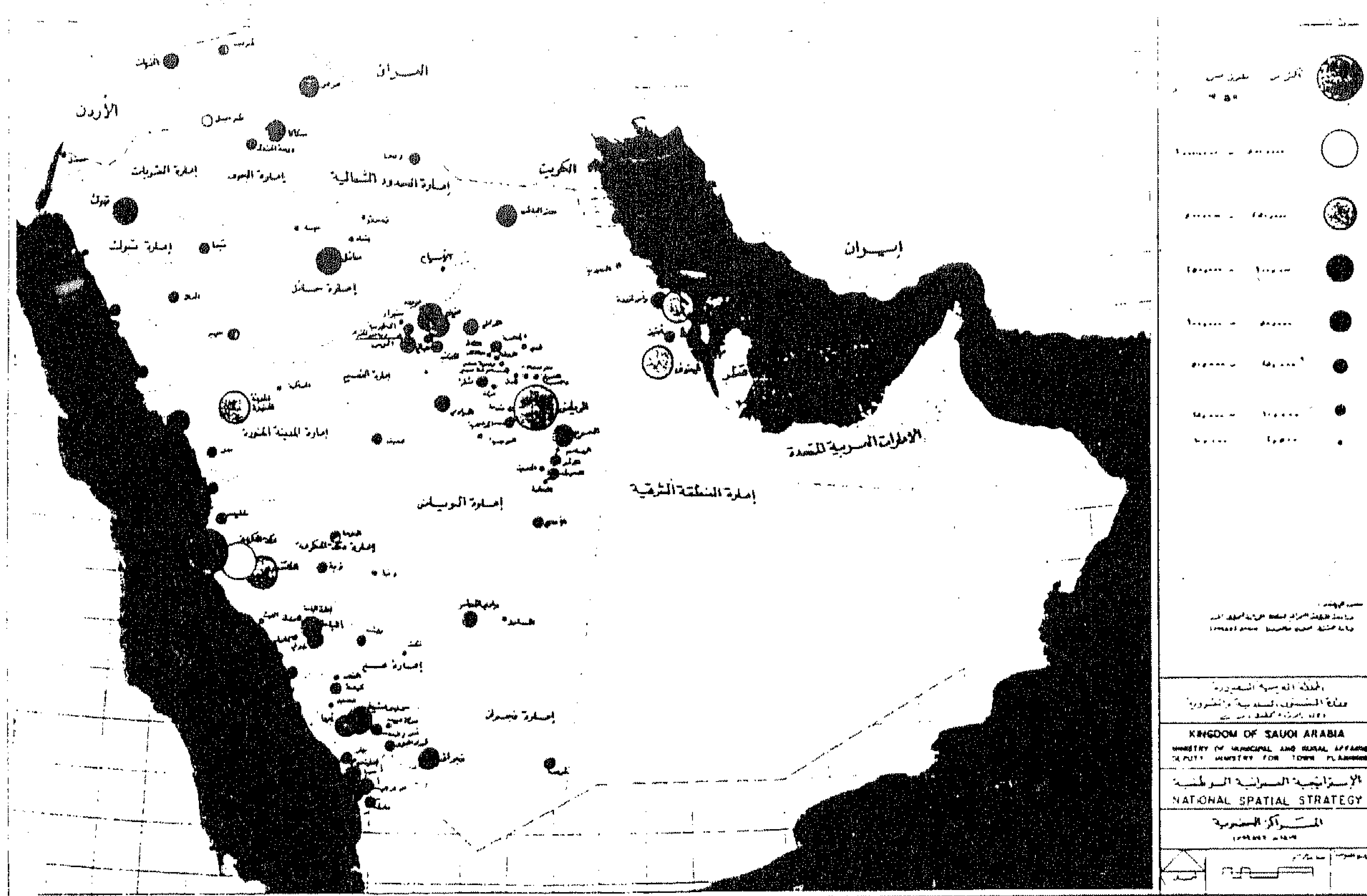
إن علاقة الإسكان بالمشكلات الاقتصادية على المستوى القومى أحد الموضوعات الهامة التى يجب الإشارة إليها ، وربما لايتسع المجال هنا لتناول جميع المشكلات الاقتصادية وتأثير كل منها المباشر وغير المباشر على الإسكان فى مصر . لذلك ، سوف يكتفى بتحليل موجز لأهم مشكلات الاقتصاد القومى التى كان لها أثر بارز على تفاقم مشكلة الإسكان والاخطار التى تواجه حل المشكلة ، وهى :

٥ ــ ١ التضخم :

إتسم الاقتصاد المصرى منذ عام ١٩٧٣م بوجود معدلات عالية للتضخم حيث ارتفع الرقم القياسى للمسكن ومستلزماته وفقاً للتقديرات الرسمية للحضر إلى ١١٦٫١ فى عام ١٩٨٠م ، وذلك بالمقارنة بسنة الأساس (١٩٦٧/٦٦ = ١٠٠) /١٦/، وبينما أسعار المساكن فى الواقع تبلغ عدة أضعاف مستواها فى سنة الأساس ، وعلى الرغم من ذلك يعتبر الرقم القياسى لأسعار المستهلكين بالحضر مؤشرا جيدا للإرتفاع الكبير الذى حدث فى المستوى العام للأسعار فى السبعينات ، فقد ارتفع الرقم القياسى (٦٦ / ١٩٦٧ = ١٠٠) إلى ١٢٣ فى عام ١٩٧٣م ثم ارتفع إلى ٢٧٣ فى عام ١٩٨٠م ، ومن المعروف أن عبء التضخم يقع بشكل حاد على الفئات محدودة الدخل ، الذين تنخفض دخولهم الحقيقية إلى حد كبير وتفقد قوتها الشرائية فى سوق كثير من السلع - والإسكان فى مقدمتها .

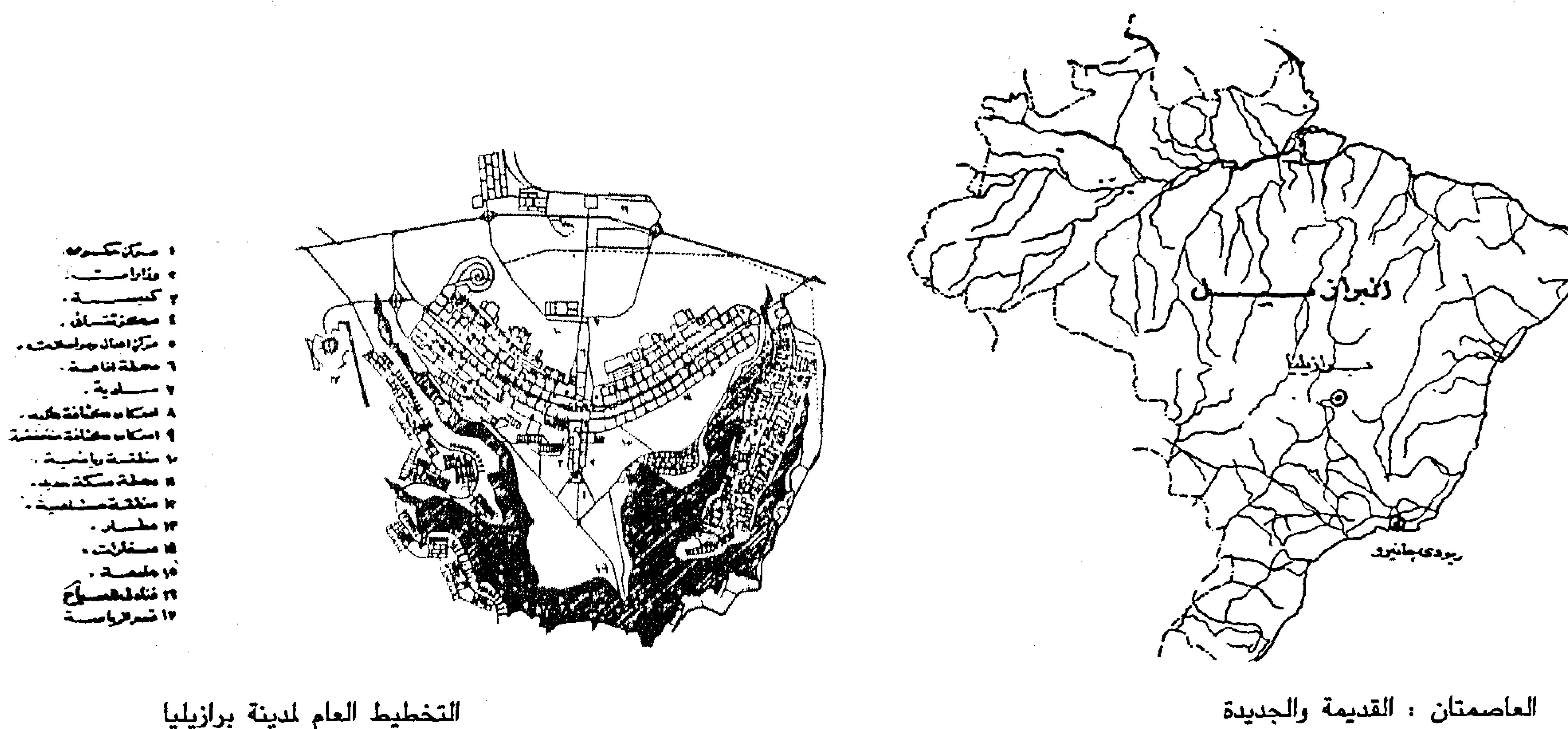
٥ ــ ٢ التوسع فى هجرة العمالة :

على الرغم من أن هجرة العمالة ربما لاتعتبر مشكلة فى حد ذاتها فقد كان لها أثران سلبيان بالنسبة لقطاع



(المصدر : وكالة الوزارة لتخطيط المدن ، السعودية ، ١٩٨٩)

شكل ٤ - استراتيجية العمرانية الوطنية للمملكة العربية السعودية



العاصمتان : القديمة والجديدة

التخطيط العام لمدينة برازيليا

شكل ٥ - امثلة من تجارب عالمية عن نقل عاصمة الدولة

الإسكان ، فمن ناحية كانت الهجرة فى قطاع التشييد والبناء تتم بمعدلات مرتفعة للغاية ، إذ إرتفعت نسبة العمالة المهاجرة إلى إجمالى العمالة فى هذا القطاع فى عام ١٩٧٣م إلى عشرة امثال مستواها فى عام ١٩٧٢م /١٧/، واستمرت نسبة العمال المهاجرين فى الارتفاع حتى اصبحوا يمثلون فى عام ١٩٧٦ م نحو ٤٠٪ من القوى العاملة فى قطاع البناء والتشييد ، ومن المحتمل أن تكون هذه النسبة قد زادت فى السنوات الأخيرة.

ومن ناحية اخرى ، فقد حققت العمالة المهاجرة دخولاً كبيرة جعلتها ترتفع بقوتها الشرائية فوق مستوى التضخم الذى ساد الاقتصاد القومى ، وانعكس ذلك فى صورة طلب على الإسكان فوق المتوسط وفى شكل قدرة على تحمل اسعار التمليك المرتفعة ، وبمعنى آخر خلقت العمالة المهاجرة طلبا على الإسكان عند مستويات أسعاره المرتفعة لم يكن ليتحقق لو لم تحصل فى الخارج على هذه الدخول الكبيرة ، وكان ذلك حافزاً للقطاع الخاص والعام ايضا ، على ان يتوسع فى إنشاء هذا النوع من المساكن تاركاً مجال الإسكان الاقتصادى جانباً .

٥ ــ ٣ توسع الأنشطة غير المنتجة :

إنتعشت الكثير من الأنشطة غير المنتجة ، مثل : الاستيراد والتجارة فى السلع الاستهلاكية الكمالية - والإتجار فى السوق السوداء ، ولقد كان لهذا الانتعاش اثره الواضح على الإسكان من زاويتين مختلفتين ، فمن ناحية حققت هذه الأنشطة معدلات عالية للربح ، بينما هى لاتتضمن اى جهد إنتاجى أو مخاطرة ، وبذلك حجبت هذه المجالات استثمارات القطاع الخاص فى مجال الإسكان ، وبعد ان كان الاستثمار التقليدى للمصريين خارج مجال الزراعة يتجه نحو الإسكان ، تغير هذا الإتجاه تماماً ، ومن ناحية اخرى فلقد خلقت هذه المجالات فئات جديدة ذات دخول مرتفعة ، اتخذ جزء فيها شكل طلب على الإسكان الفاخر والإدارى ، وترتب على ذلك بطبيعة الحال تحول « سوق الإسكان » إلى هذه المجالات استجابة للقوى الشرائية الجديدة فى المجتمع .

٥ ــ ٤ إختلال هيكل الاجور :

حدث اختلال حاد فى هيكل الاجور ، ويرجع اساساً إلى تزامن إثنين من المتغيرات اسهمت بدرجة كبيرة فى إحداث هذا الإختلال ، فقد انتعش قطاع « الانفتاح الخاص والمشترك » انتعاشاً كبيراً ، وخلق طلباً على الكفاءات المختلفة والعمالة المدربة ، ونظرا لتحرر هذا القطاع من قواعد ولوائح الأجور والمرتبات ، ولأن هذا القطاع يدخل فى مجالات تحقق أرباحا بالغة الإرتفاع ، فإن الأجور والمرتبات التى يعرضها تعتبر مرتفعة ارتفاعا كبيراً ، بالمقارنة بأجور ومرتبات القطاع العام الملتزم باللوائح والقواعد ، وفى نفس الوقت الذى انتعش فيه قطاع الانفتاح إتسعت الهجرة للدول العربية البترولية اتساعاً كبيراً ، مما نتج عنه عجز فى العروض الداخلى من العمالة وارتفاع أجورها فى السوق ، وقد ترتب على الإختلال فى هيكل الأجور « سحب » الكفاءات والعمالة المدربة من القطاع العام بصفة عامة ، ومن قطاع الإسكان بصفة خاصة /١٨/.

ونتيجة لذلك أصبحت قدرة الحكومة محدودة فى توفير وحدات الإسكان العام ، فطبقاً لتقرير « الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية » ، إتضح انه لايوجد « منفذ » حالياً أمام الحكومة لتوفير الإسكان الملائم للاحتياجات المتوقعة - حيث تنحصر هذه المقدرة على توفير ١٧٢ الف وحدة سكنية كل ١٠ سنوات فى ظل السياسات الحالية - وهذه حقيقة واقعة - وإن بدت لأول وهلة غير منطقية ، حيث إتضح أن كل ماتم إنجازه من وحدات الإسكان العام فى المجتمعات العمرانية الجديدة خلال فترة ٦ اعوام متصلة (منذ بداية نشأة أول مدينة جديدة - العاشر من رمضان - وحتى ٣٠/٥/ ١٩٨٣م) قد بلغ ٣٥١٦٨ وحدة سكنية اى بمعدل لايزيد عن ستة آلاف وحدة سكنية فى العام الواحد .

٥ ــ ٥ إختلال هيكل توزيع الدخل :

كان للتغيرات السابقة أثر واضح على توزيع الدخل ، من المرجح انها اسهمت بشكل فعال فى زيادة حدة التفاوت فى هذا التوزيع ، ونظراً لندرة البيانات الخاصة بتوزيع الدخل بين الفئات الاجتماعية المختلفة والتى يتم من خلالها التعرف على تطور هذا التوزيع خلال السنوات الماضية ، فسوف نستعين بتطور الأجور بالمقارنة بعوائد حقوق التملك كمؤشر ودلالة على درجة التفاوت فى توزيع الدخل ، ذلك لأن « الأجور » تمثل نصيب الطبقة العاملة عامة (موظفين وعمال) من الدخل المحلى ، بينما « عوائد التملك » تمثل

نصيب الملكية من الدخل ، وتشير البيانات المتاحة انه قد حدث انخفاض كبير فى النصيب النسبى للأجور من الدخل المحلى يقابله ارتفاع ملحوظ فى نصيب عوائد التملك .

فقد تلاحظ أنه فى الفترة مابين عام ١٩٧٢ - ١٩٧٩م قد نمت « الأجور » بمعدل سنوى قدره ١٣,٩ ٪ ، فى الوقت الذى نمت فيه « عوائد التملك » بمعدل سنوى قدره ٢٨٪ ، كذلك فقد إنخفض نصيب الأجور من الدخل المحلى خلال أربع سنوات فقط من ٤٦,٧٪ فى عام ١٩٧٥م إلى ٣٠,٣٪ فى عام ١٩٧٩م ، وقد ترتب على ذلك أن الفئات محدودة الدخل أصبحت من ناحية القوة الشرائية ، فى موقف نسبى أسوأ (سواء فى مجال الإسكان أو غيره من السلع الاساسية) ، وذلك بالمقارنة بالفئات الغنية مرتفعة الدخل .

وباختصار يمكن القول إن مشكلات الاقتصاد القومى قد إنعكست على الإسكان عن طريق :

(أ) نقص القوة الشرائية للفئات محدودة الدخل وانخفاض نصيبها النسبى من الدخل مما أدى إلى وجود فجوة كبيرة بين دخول هذه الفئات وأسعار وحدات الإسكان المطروحة فى السوق .

(ب) جذب الاستثمارات إلى مجالات مرتفعة العائد وتحولها عن الإسكان الاقتصادى والمتوسط .

(جـ) محدودية قدرة الحكومة على توفير وحدات الإسكان العام ، نظرا لسحب الكفاءات والعمالة المدربة من القطاع العام - الإسكانى - نتيجة لضعف الأجور .

(د) وجود قوى شرائية مرتفعة وطلب على الإسكان فوق المتوسط والفاخر مما خلق سوقاً رائجة لهذه النوعيات من المساكن وشجع القطاع العام والخاص على إنشائها .

ومن جهة أخرى ، فإن قضية الاستثمار فى الإسكان ليست قضية استثمار مالى ، ولكنها قضية استثمارات عينية وهى تخصص موارد عينية (أرض + مواد بناء + معدات التشييد) ، وهذا هو العنصر المسيطر /٢١/ لانه ليس فى الاستطاعة القول بالقدرة على توفير مواد البناء محلياً ، فإذا ماتم استيرادها يختل ميزان المدفوعات ، وتزداد المديونية ، فيحدث تضخم ، وترتفع الأسعار ، وتزيد تكاليف البناء ، وتزداد الفجوة بين قسط التمليك أو الإيجار وقدرة تحمل ذوى الدخل المحدود ، وتستمر هذه « الحلقة المفرغة » ومالم يتم كسر هذه الحلقة المفرغة فسوف تتفاقم مشكلة الإسكان بصفة عامة وتتزايد الفجوة بين قدرة ذوى الدخل المحدود لتحمل وحدات الإسكان المطروحة فى السوق .

٦ - فئات الدخل ومستويات الإسكان :

من الواجب أن تحقق مشروعات الإسكان فى المدن القائمة أو فى المجتمعات العمرانية الجديدة التوازن بين مستوى الدخل ، والاحتياجات الاجتماعية للمنتفعين أو المستفيدين من سكان الحضر ، كما أن مستوى المعيشة عامل هام فى مجال الطلب على الإسكان ونوعياته ، وتعتبر البيانات الخاصة بدخل الأسرة وتوزيع هذا الدخل على أوجه الإنفاق المختلفة بيانات ضرورية - وحتى الآن مازال دخل الأسرة يمثل عاملا هاما ومؤثرا على وضع سياسات الإسكان فى مصر ، ومن الملاحظ أن فى أغلب البلدان ، يوجد مصدر لاغنى عنه ، بالنسبة لمعلومات الدخل ، وهذا مالا يتوفر فى مصر بشكل « دقيق » .

وفى ظل سياسات الإسكان التى أتبعت طوال فترة « الستينات » ، فقد تم تقسيم مستويات الإسكان إلى : إقتصادى - متوسط - فوق متوسط ، وقد إستمر هذا التقييم يطبق خلال النصف الأول من السبعينات - وقد اعتمد هذا التقسيم على الدخل /٢٢/:

- إقتصادى ، دخل الأسرة الشهرى لايزيد عن ٢٠ جنيهاً.
- متوسط ، دخل الأسرة الشهرى من ٢١ إلى ٥٠ جنيهاً.
- وفوق المتوسط ، دخل الأسرة الشهرى أكثر من ٥١ جنيهاً .

ومن خلال تخصيص نسبة ٢٠٪ من الدخل للإنفاق على الإسكان ، تم حساب الحد الأقصى للتكلفة ، ثم المسطحات ، وتحديد نوعية التشطيبات المقتدر عليها ، طبقاً للأسعار السائدة فى فترة الستينات - والتى لم تشهد الزيادات المتوالية والتضخم الذى بدأ ظهوره بعد حرب ١٩٧٣م ، ثم أصبح حقيقة واقعة من الصنف الثانى من السبعينات وحتى بداية التسعينات - فلم تكن هناك حاجة إلى وجود « دعم » لعملية الإسكان سوى ثمن الأرض .

ويلاحظ أن خطة الدولة « خلال الستينات » - لتوفير وحدات الإسكان فى الفترة الماضية على الثلاث مستويات/٢٣/، تتلخص فى الآتى :

مستوى إقتصادى :

تتراوح سعة السكن فيه من حجرة واحدة وملحقاتها إلى ثلاث حجرات وصالة بملحقاتها ، والمسطح يتراوح مابين ٣٠ - ٨٠م٢.

مستوى متوسط :

تتراوح سعة السكن فيه من حجرتين وملحقاتها إلى أربع حجرات وصالة وملحقاتها ، والمسطح يتراوح مابين ٦٠ - ١٢٠م٢.

مستوى فوق المتوسط :

تتراوح سعة السكن فيه من حجرتين وملحقاتهما إلى خمس حجرات وصالة وملحقاتها ، والمسطح يتراوح مابين ٧٠ - ١٨٠م٢.

ومازالت هذه المسميات لمستويات الإسكان مستعملة حتى الآن ، مع عدم الالتزام بالدخول المذكورة سابقاً ، نظراً لزيادة الأجور والأسعار و « التضخم » عموماً ، وعدم ارتباط التكلفة بالدخل ، وفى الواقع العملى - وكما أشارت الأبحاث/ ٢٤/ - فقدت هذه المسميات أى مضمون كوصف (أو تقسيم) لمستويات الإسكان ، سواء من ناحية الدخل أو من الناحية الاجتماعية ، وبقى فقط ارتباط المسميات بالمسطحات والمواصفات الأصلية ، وبالتالى ، أصبح مدلولها الأساسى كوصف لنوعيات الوحدات السكنية من حيث المسطح والمواصفات ، وتأكد هذا الإتجاه على مر الأيام ، سواء فى لجان البناء والهدم أو فى قوانين الإسكان المتوالية أو مشروع تنظيم المبانى الأخير /٢٥/ . وفى عام ١٩٧٨ - ١٩٧٩م ، أدخلت بعض الجهات مسميات أخرى للإسكان مثل : شعبى - إقتصادى - متوسط - فوق متوسط - فاخر - متميز ،ولكن هذه المسميات أيضاً لاتخرج عن كونها « توصيفاً » للمساكن من حيث المسطح والتشطيب وليس « تقسيما » لفئات الإسكان .

ويوضح الشكل رقم (٦) معدلات الإسكان الحكومية بمصر عام ١٩٧٦ م ، من حيث المساحة ونوعيات التشطيب ، والتى تلاحظ منها الآتى :

- مساحة وحدات الإسكان الاقتصادى ونوعيات التشطيب : تتراوح المساحة السكنية المغلقة لهذا النوع مابين ٢٠ - ٤٠م٢، وهى تخضع لثلاث درجات من التشطيب والتركيبات (أو التجهيزات) ، هى تشطيب درجة « أولى » .. « وثانية » .. « وثالثة » (وكما هو مشار إليه بالشكل السابق) .

- مساحة وحدات الإسكان المتوسط ونوعيات التشطيب : تتراوح المساحة المغلقة فى هذا المستوى مابين ٥٠ - ٩٠م٢ ، وهى تخضع أيضاً لثلاث درجات من التشطيب هى تشطيب درجة « رابعة » و « خامسة » و « سادسة » .

مساحة وحدات الإسكان فوق المتوسط ونوعيات التشطيب : تتراوح المساحة المغلقة للوحدات السكنية ذات المستوى فوق المتوسط مابين ٧٠ - ١٢٠م٢ ، وهى تعلو بنوعيات تشطيبها درجتين عما سبق ذكره - تشطيب درجة « سابعة » و « ثامنة » .

وفى عام ١٩٧٩م ، تم إجراء عدد من تقديرات الدخل والإنفاق /٢٦/ وكذلك مسح مباشر على عدد من الأحياء السكنية والمجاورات الصغيرة فى المدن القائمة /٢٧/، أمكن جمع بيانات عن الدخل السنوى المقدر للأسر فى حضر مصر فى فترة خمس أعوام (١٩٧٥ - ١٩٧٩م) .

- ومن دراسة وتحليل البيانات المتوفرة أمكن الوصول إلى « نموذج » لتوزيع الدخل الحضرى . وقد قسم الجدول الدخول إلى خمس شرائح (ومقدار الدخل السنوى فى عام ١٩٧٩م بالجنيه : ٤٢٠ فاقل - ٦٢٠ - ١٠٠٠ - ١٦٠٠ - ٢٢٠٠ فاكثر) ، ويلاحظ الآتى :

١ - الشريحة التى يصل دخلها السنوى ٤٢٠ جنيهاً فاقل تمثل ٣٢٪ من مجموع الدخل الحضرى عام ١٩٧٩م ، وقد زادت هذه الشريحة ٣٢٠ جنيها عما كانت عليه عام ١٩٧٥م - أى أن معدل الزيادة السنوى الفعلى (١٩٧٥ - ١٩٧٩م) يبلغ ٢٢٪ وتنفق هذه الشريحة على الإسكان ١٠,٥٪ من دخلها ، ومتوسط إنفاقها السنوى عام ١٩٧٩م يبلغ ٤٤ جنيهاً .

٢ - الشريحة من ٤٢٠ - ٦٢٠ جنيهاً ، تمثل ٢١,٥٪ من إجمالى الدخل الحضرى ، وقد زاد دخلها الكلى فى نهاية هذه الفترة بمقدار ٤٥٠ جنيهاً عما كانت عليه فى بداية الفترة وبمعدل زيادة سنوى يبلغ ١٨,٥٪ ، وتنفق على الإسكان ٩,٤٪ وبما يعادل متوسط إنفاق سنوى فى نهاية الفترة ٥٨ جنيهاً .

اقتصادى
متوسط
فوق المتوسط
صفر ١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٥٠ ٦٠ ٧٠ ٨٠ ٩٠ ١٠٠ ١١٠ ١٢٠

المستوى	المساحات الداخلية	أعمال النهو الخارجى	أرضيات			الحالة		توصيلات صحية					
١	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	٠,٢٧	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٢	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.....	-	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٣	-	-	[illegible]	[illegible]		-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٤	[illegible]	-	[illegible]	فينيل	فينيل	-	-	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٥	-	-	[illegible]	فينيل	خشب	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٦	-	-	[illegible]	فينيل	خشب	-	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٧	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٨	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]		-	-	[illegible]	[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]

(ب) مستويات الوحدات وعناصرها ومواصفاتها المختلفة

شكل ٦ - معدلات الإسكان

٣ - الشريحة من ٦٢٠ - ١٠٠٠ ، تمثل ٢٢,٧٪ وزاد دخلها الكلى (١٩٧٥ - ١٩٧٩م) بمقدار ٦٤٠ جنيهاً وبمعدل زيادة سنوى ١٢,٣٪ ، تنفق على الإسكان ٩,١٪ ، وبما يعادل متوسط إنفاق سنوى مقداره ٩١ جنيهاً .

٤ - الشريحة من ١٠٠٠ - ١٦٠٠ ، تمثل ١٤,٩٪ ، وزاد دخلها الكلى فى نهاية فترة الخمس سنوات بمقدار ٨٠٠ جنيهاً وبمعدل زيادة سنوى ٥,١٪ ، تنفق على الإسكان ٨,٨٪ ، وهو مايشكل ١٤١ جنيها طبقاً لمتوسط عام ١٩٧٩م للإنفاق السنوى على الإسكان .

٥ - الشريحة من ١٦٠٠ - ٢٢٠٠ ، تمثل ١٤,٩٪ ، وزاد دخلها الكلى بمقدار ١٣٠٠ وبمعدل زيادة سنوى ٥,١٪ ، تنفق على الإسكان ٦,٥٪ وبما يعادل ١٥٦ جنيهاً سنوياً .

٧ - المعوقات والمشاكل :

إن « المعوقات » التى تحد من عملية توفير وحدات الإسكان فى المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة و« المشاكل » المترتبة عليها هى :

٧ ـ ١ التمويل :

من الظواهر البارزة فى مصر ثقل العبء الواقع على التمويل العام خلال مراحل التنمية العمرانية ، وبالتالى استنفاد الجزء الغالب من هذا التمويل فى تنفيذ مشروعات إنتاجية - وهذا الوضع يفرض على الدولة ترحيل قدر كبير من مشروعات الخدمات إلى فترات ومراحل لاحقة من مراحل التنمية ، وفى مقدمة المشروعات التى ينطبق عليها هذا القول مشروعات الإسكان لذوى الدخل المحدود خاصة فى المدن الجديدة . غير أن الوضع لايسمح بتطبيق هذه القاعدة على إطلاقها ، ذلك أن « الضغوط السياسية » من الجماهير المتعطشة إلى مختلف الخدمات - وخاصة من الطبقات ذات الدخل المحدود - تفرض على الحكومة التعجيل بتنفيذ مشروعات إسكان لتضع حداً لما لاقته أمداً طويلاً من « معاناة » نتيجة عدم استقرارها فى « مسكن صحى ملائم » .

وتفرض هذه الظروف أن تنتهج الدولة نهجاً وسطا ، فتقتطع الدولة نصيباً من التمويل العام لتنفيذ مشروعات إسكان عام لتفيد قطاعاً من ذوى الدخل المحدود تفرض عليهم الظروف الاعتماد على جهودهم الذاتيه لاستيفاء حاجاتهم من الإسكان من خلال مدخراتهم الشخصية - التمويل الخاص الداخلى - الذى يتوافر عادة من مدخرات المواطنين ، فتحقق فائدة مزدوجة ، حيث تساعد هذه المدخرات على حل جزء من مشكلة الإسكان فى مناطق عمرانية جديدة ، بالإضافة إلى أنها تحقق انكماش بنفس القدر والحجم فى الضغط الواقع على السلع الاستهلاكية المتاحة فى السوق .

٧ ـ ٢ الإيجارات والملكية :

منذ أوائل الخمسينات ، صدرت عدة قوانين لتخفيض إيجارات المساكن ، فخفض الإيجار بسنبة ١٥٪ ثم ٢٠٪ ، ولما رأت الدولة أن قوانين التخفيض لاتعدو أن تكون « علاجاً مؤقتاً » لمشكلة الإسكان ، أصدرت قانوناً سنة ١٩٦٢م لتحديد القيمة الإيجارية للمساكن التى تقام ابتداء من تاريخ معين - من خلال اللجان الحكومية المشكلة لذلك - وبواقع نسبة من قيمة الأرض والمبانى ثم عدل القانون اكثر من مرة خلال الأعوام : ١٩٦٩ - ١٩٧٧ - ١٩٨١م ، وقد حددت القوانين الأخيرة القيمة الإيجارية على أساس فائدة ٧٪ من قيمة الأرض والمبانى - فى الوقت الذى تعطى فيه البنوك فوائد تصل لحوالى ١٤٪ - كما حددت نسبة الوحدات التى يمكن للمالك بيعها بثلث الوحدات السكنية بالمبنى . وقد ترتب على الأوضاع السابقة :

(أ) تدهور العلاقات الإنسانية بين الطرفين - الملاك/ المستأجرين .

(ب) كثرة المشاحنات والمنازعات والقضايا التى تتكدس بها دور المحاكم .

(جـ) إحجام الملاك عن استثمار أموالهم فى بناء وحدات الإسكان ، ومما أدى إلى زيادة النقص فى المطروح منه .

(د) إنعدام الصيانة وبالتالى نقص العمر الإفتراضى للمبانى السكنية وتهدمها .

(هـ) التحايل على القانون والإتجاه إلى قطاع الإسكان العشوائى - غير القانونى .

(و) إتجاه القطاع الخاص نحو استثمار مدخراتهم فى مجالات أخرى بعيدا عن مجال الإسكان وتجنباً للمشاكل.

ويحدث كل هذا وغيره ، فى الوقت الذى لم يسهم فيه الإسكان العام والتعاونى بما فيه الكفاية فى مكافحة الاستغلال فى هذا المجال ، ذلك أن وحدات الإسكان العام المنفذة محدودة جدا ، وعلى نطاق ضيق /٢٨/.

٧ ـ ٣ الحجم المطلوب من وحدات الإسكان عام ٢٠٠٠ وتضخم المشاكل :

يتضح مدى « تضخم » المشاكل من التقرير - لمجلس الشورى الذى إعتمد على دراسات المجالس القومية المتخصصة وبيانات وزارة الإسكان - الذى أشار إلى أن إجمالى الوحدات السكنية المطلوبة لسكان الحضر حتى عام ٢٠٠٠ هو ٤,٣٩٢ مليون وحدة سكنية توزيعها على النحو التالى :

(أ) **الاحتياجات الحالية** : مطلوب ١,٧٠٠ مليون وحدة للاستجابة إلى الاحتياجات الحالية من طالبى المساكن من الشباب وسكان المقابر والأسر التى آلت مساكنها للسقوط .

(ب) **حاجة الإحلال** : مطلوب ٠,٢١١ مليون وحدة للإحلال ، لتكون بديلا عن المبانى المتوقع انهيارها أو التى ستزال لمنافع عامة .

(جـ) **احتياجات المستقبل** : مطلوب ٢,٤٨١ مليون وحدة لمواجهة احتياجات المستقبل وزيادة عدد السكان .

ومن هذا العدد الإجمالى كله فإن القاهرة الكبرى فى حاجة إلى أكثر من ٢,٣٠٠ مليون وحدة سكنية ، وأما نوعيات هذه الوحدات المطلوبة ، فيلاحظ أن الإسكان الاقتصادى سيخصه نسبة ٧٠٪ من العدد الإجمالى المطلوب تنفيذه حتى عام ٢٠٠٠ والباقى (٣٠٪) للإسكان المتوسط وفوق المتوسط والفاخر .

٧ ـ ٤ تكلفة المبنى :

يعتبر ارتفاع تكلفة المبنى عنصراً أساسياً من عناصر المشكلة الإسكانية فى مصر ، فهو يؤثر بشكل مباشر على المطروح منها فى سوق الإسكان والطلب عليها ، فارتفاع التكاليف يعنى « عجز » صغار المستثمرين الذين إعتادوا على استثمار أموالهم فى الإسكان المتوسط والشعبى فى الماضى عن الاستمرار فى هذا المجال ، وبالتالى يفقد الإسكان الاقتصادى المخصص لسكن الطبقة المريضة من سكان المجتمع « مموليه الاساسيين » من القطاع الخاص /٣٢/، كذلك يؤثر ارتفاع التكاليف على قيام القطاع العام بتشييد المبانى السكنية ذات المستوى الاقتصادى طالما أن هدف القطاع العام هو تحقيق ربح - يغطى به رواتب الأعداد الضخمة من العاملين فيه /٣٣/- أما من ناحية الطلب فإن ارتفاع تكاليف السكن تجعل الغالبية من الفئات محدودة الدخل ، والتى تاثرت بفعل التدهور النسبى فى دخولها فى الوقت الحاضر ، غير قادرة على الحصول على مسكن يتناسب مع قدرتها الشرائية .

٧ ـ ٥ إرتفاع أسعار أراضى البناء :

تعد أراضى البناء المتاحة حالياً داخل كردون المدن محددة للغاية فى مقابل الطلب عليها بمعدلات بالغة الارتفاع لعدة أسباب :

- انتعاش النشاط الاقتصادى والسياحى وزيادة الطلب على الأرض بغرض إنشاء الفنادق والمنشآت السياحية والترفيهية .
- توسع مشروعات الخدمات الاستثمارية داخل المدن بهدف إقامة مشروعات إسكان إدارى أو مشروعات تجارية وصناعية .
- المضاربة على اسعار الأراضى ، خاصة فى المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة .
- زاد من حدة ندرة الأرض إتجاه الهيئات الحكومية إلى بيع أراضى البناء عن طريق المزاد العلنى ، وبذلك أصبحت الارض فى الوقت الحالى سلعة تباع وتشترى ، وأهدر بذلك أحد الموارد الإنتاجية الهامة التى كان ينبغى ان تستغل لصالح المجتمع ككل .

٧ ـ ٦ ارتفاع أسعار مواد البناء :

تطور الطلب على مواد البناء من « السبعينات » وحتى وقتنا هذا تطوراً هائلاً نتيجة للانتعاش الكبير فى مجال التشييد والتعمير ، وقد كان من المفروض أن يقابل ذلك تطور مماثل فى إنتاج مواد البناء الرئيسية والتى يتم إنتاج معظمها محلياً ، وعلى هذا فإن إنتاج الأسمنت وحديد التسليح قد تزايد بمعدلات ضئيلة للغاية ، بحيث يمكن القول بان طاقات إنتاج هذه الموارد الرئيسية /٣٤/ ظلت ثابتة تقريباً خلال الفترة المذكورة . وقد أدى هذا القصور فى تطوير إنتاج مواد البناء المحلية ، إلى الاعتماد بشكل متزايد على استيرادها من الخارج . ورغم أن الاستيراد قد ساعد إلى حد كبير على التخفيف من حدة الاختناقات فى سوق مواد البناء ، فإنه فى نفس الوقت أسهم إسهاماً فعالاً فى تفاقم مشكلة الإسكان لذوى الدخل المحدود ... ذلك أن أسعار مواد البناء المستوردة تبلغ أضعاف أسعار المواد المحلية /٣٥/. وقد أدى تزايد الاعتماد على الخارج فى الحصول على مواد البناء ، إلى زيادة الضغط على الميزان التجارى الذى كان يعانى اصلاً من عجز شديد ، بسبب زيادة قيمة وارداتنا عن قيمة صادراتنا ، وبعبارة اخرى فكلما كان لمشكلات الاقتصاد القومى آثاراً سلبية على الإسكان كان لمشكلة الإسكان بدورها تاثير على تفاقم مشكلات الاقتصاد القومى .

٧ ـ ٧ ارتفاع أجور العمالة :

خضعت سوق عمالة البناء والتشييد لنفس التغيرات التى أصابت سوق مواد البناء ، أى زيادة كبيرة فى الطلب على تغير العرض تغيراً محدوداً ، فقد زاد الطلب على الكفاءات والعمالة فى مجال التشييد والبناء من جانب الدول العربية الخليجية ، كما زاد الطلب على هذه العمالة لاغراض التعمير والتشييد اللذين استوعبا جزءا كبيراً من العمالة المدربة ، ولم يواكب ذلك توسع مناسب فى التعليم والتدريب لزيادة العمالة الماهرة والمدربة ، وقد ترتب على ذلك ارتفاع كبير فى أجور العمالة وصل إلى عدة أضعاف اجورها قبل التوسع فى الطلب عليها ، بل إن مصر - التى كانت تفيض العمالة عن حاجتها فتصدرها - أصبحت تستورد العمالة من الخارج من خلال شركات المقاولات الأجنبية التى أصبحت تغزو السوق المصرية /٣٦/.

٧ ـ ٨ ارتفاع تكاليف البناء فى القطاع العام :

إرتفعت تكاليف البناء لشركات القطاع العام ، بحيث « أصبحت تكلفة المتر المربع مبانى للقطاع العام أعلى من التكلفة المماثلة لشركات القطاع الخاص » /٣٧/. ويتمثل أهم أسباب ارتفاع تكاليف البناء بواسطة جهاز المقاولات العام ، فى أن هذا الجهاز ليس فى الواقع جهاز عام خالص ، وانما هو « مزيج » من القطاع العام والخاص . حيث يتم تنفيذ جزء كبير من عمليات البناء التى يقوم بتنفيذها عن طريق « المقاولات من الباطن » التى يقوم بها القطاع الخاص . وتدل آخر البيانات المتاحة أن مقاولى القطاع الخاص قد قاموا فى مجال الإسكان بعمليات قيمتها ٢,٣ مليون جنيه ، وان ٧٧٪ من هذه العمليات تمت من خلال « مقاولات الباطن» ، بينما نفذ الباقى عن طريق « التعاقد المباشر »/٣٨/ .

إن خطورة « مقاولات الباطن » تكمن فى عدد الوسطاء

الذين يتم من خلالهم تنفيذ المشروعات ، حيث يعنى ذلك « تعدد بنود الربح » وبالتالى ارتفاع التكاليف ارتفاعاً كبيراً ، بالإضافة إلى أن التعامل بين القطاع العام والخاص فى هذا المجال يخلق المناخ الذى يساعد على التلاعب فى بنود التكاليف . وبهذا يصبح من غير الممكن فى ظل قطاعين : عام وخاص يسعيان لتحقيق الربح ، أن تستغل عناصر الإنتاج فى إنشاء مبانى سكنية بمستويات اقتصادية - سالبة العائد المادى - فى الوقت الذى تتوافر فيه القوى الشرائية على المساكن فوق المتوسطة والفاخرة .

٨ - النتائج النهائية :

إن الإسكان فى المرحلة المقبلة يجب أن يتناول فى مفهوم الشمولية ، البحث عن حلول له وأن يتجنب السياسات الماضية ، التى لم تحل المشاكل بل أدت إلى ظهور كثير من المشاكل وتفاقمها . فمشكلة الإسكان فى مصر ليست مجرد توفير المسكن الملائم فقط ، بل هى أعم و أشمل ، إنها مشكلة : ضرورة توفير متطلبات عمرانية جديدة بكل مايحمل هذا المعنى من سمات المجتمعات المتحضرة توفر لها الأدوات والوسائل والأساليب الفنية المعاصرة الموائمة للبيئة ولحياة الإنسان المصرى فى المستقبل لتحقيق التنمية الحضرية لكل الحيز المصرى .

بجانب هذا ، فان هناك « مشاكل عمرانية » تؤثر بشكل أو بآخر على تواجد مشكلة الإسكان فى مصر ، سأوجزها - باختصار شديد ، وكنقاط بحث - وهى :

(أ) تركيز السكان فى الوادى ودلتاه .

(ب) تركيز السكان فى القاهرة والإسكندرية والمدن الكبرى.

(جـ) مشروعات الإسكان العامة - (غير الملاءمة) .

(د) مشكلة المجتمعات العمرانية الجديدة .

(هـ) الطلب على الإسكان حتى عام ٢٠٠٠ (ومعوقات تنفيذه) .

(و) الإسكان الاقتصادى (وطبقات الدخل المحدودة).

(ز) « مهمة » القطاع العام الإسكانى .

(حـ) « دور » القطاع الخاص الإسكانى .

(ط) التشريعات العمرانية + قوانين البناء .

ومن جهة أخرى فإن التمهل فى إنشاء مدن جديدة فى مصر أمر ضرورى وحيوى ونوصى به . وتحديد وظيفة المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة إذا كانت هناك ضرورة حتمية من إنشائها .. وأن تكون هذه الوظيفة مختلفة عن وظائف المدن الجديدة التى سبق إنشاؤها فلا داعى لتكرار تجارب مماثلة . وأن تتكامل الوظائف الرئيسية لهذه المدن مع وظائف المناطق الريفية والحضرية المحيطة بها ، وأن تجدد حجم الاستثمارات المتاحة فى الخطة لهذه المدن ، لأن هذا يتحكم فى :

(أ) إستغلال الموارد والإمكانيات الاقتصادية المتاحة إن وجدت .

(ب) حجم عمليات التشييد والبناء والقطاعات الإنتاجية وإيقاع تنفيذها .

(جـ) نوعية الهياكل الخدمية المختلفة .

(د) الامتيازات التى يمكن أن تمنح لتشجيع الأنشطة التى تخدم الوظيفة الأساسية فى المدينة .

(هـ) الحوافز التى تجذب الاستيطان البشرى .

إن سياسة إنشاء المدن والمجتمعات العمرانية الجديدة ، ليست هدفاً فى حد ذاتها ، مالم تكن تخدم هدفاً أعلى للمجتمع المصرى ككل ، والذى يتمثل فى زيادة الفاعلية الاقتصادية للدولة ككل وتحقيق مزيد من العدالة بين القطاعات الحضرية وغير الحضرية مما يؤدى إلى مزيد من الاستقرار السياسى . وإذا كان الاستمرار فى إنشاء المدن الجديدة يبدد مواردنا المحدودة ، فإن ترك المدن الجديدة التى انشئت دون تنميتها اجتماعياً واقتصادياً فيه إهدار أيضاً لمواردنا التى سبق وأن خصصت وصرفت لإنشاء وتنمية هذه المدن . والمدينة الجديدة كل لا يتجزأ فهى ليست مجموعة من المساكن والمحلات التجارية والمبانى ، كما أن خطط التنمية الاجتماعية ليست حصيلة المشروعات العمرانية ، ولكنها اداة يمكن بواسطتها التاثير على طريقة حياة الأفراد داخل المدينة يجعلها أكثر عدالة وأكثر إنسانية .

المراجع والمصادر العلمية :

١- لمزيد من البيانات ، أنظر :

- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، تقدير عدد السكان على اساس ثلاث متغيرات (جمهورية مصر العربية ، لجنة الدراسات السكنية والتخطيط العمرانى : سنة ١٩٧٩م) ، جدول ٣ .

- *United Nations, "World Population Trend & Prospects by Country 1950 - 2000". Summary Report of 1978 Assessment, New York: 1979.*

- *Status Report on the National Urban Policy Study (Prepared for Advisory Committe for Reconstruction, Ministry of Development, Arab Republic of Egypt, by Engineering Consultants Group and Sherief El Hakim and Associates; October 30, 1950), p. 57.*

٢- سعد الدين الحنفى ، « سياسة إعادة التوطن السكانى ومعالم الطريق إلى سنة ٢٠٠٠ » (بحث منشور : مجلة جمعية المهندسين المصرية ، المجلد ١٧ ، العدد الثانى : ١٩٨١م) ، ص ص ٣٥ - ٣٩

٣- *Ministry of Housing and Reconstruction, A. R.E, Programme of Reconstruction and Development (Cairo: March, 1977). pp. 3-15.*

٤- وزارة التعمير والمجتمعات الجديدة ، « المدن الجديدة » (جمهورية مصر العربية ، تقرير ، الهيئة العامة لتنمية المدن الجديدة ، القاهرة : ١٩٨٠م) و ص ٧ .

٥- دليل هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة : مجموعة القوانين والقرارات واللوائح حتى فبراير ١٩٨٤م.

٦- *Giggs, J.:Physical Environment: Natural and Man-made in Social Problems and the City, Geographical Perspective, Herbert, D. and Smith, D. ed Oxford University Press, New York 1979.*

٧- *Ministry of Municipal And Rural Affairs, THE NATIONAL SPATIAL STRATEGY (Deputy Ministry of Town Planning, Draft Report, The Kingdom of Saudi Arabia, Riyadh: 1990.*

٨- *Friedman, J: "Urbanization Planning and National Development", Sage Publication, Beverlly Hills, London: 1973.*

٩- *EL-Hakim, Sherif and Associates, et. al, The National Urban Policy Study (Ministry of Development, Final Report, Cairo: January 15, 1982.).*

١٠- *Germain, G., Urbanization Social Change and The Great Transformation in Modernization, . Urbanization and The Urban Cities, Boston: Little, Brown and Co., 1973.*

١١- د. نهى فهمى ، « الأزمة الحضرية فى مصر : مشاكل وحلول » ، ندوة التحولات فى المجتمع الريفى (المركز القومى للبحوث الاجتماعية والجنائية ، القاهرة : ٢٤ - ٢٦ أكتوبر ١٩٨٣م .) .

١٢- *Richardsom, H., "Population Distribution Policies, Migration and Development Hammamat" (Tunisia) 21 - 25 March 1983. U. N., New York: 1984.*

١٣- *Pierre Merlin, New Towns: Regional Planning and Development, Methuen & Co. Ltd, London; 1984.*

١٤- أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا ، تقييم المجتمعات العمرانية الجديدة ، مجلس بحوث المجتمعات الجديدة ، دراسة التجارب العالمية معهد التخطيط الإقليمى والعمرانى ، القاهرة . التقرير الدورى الأول - مارس ١٩٨٦م .

١٥- د. نهى فهمى ، « المدن الجديدة فى مصر ، نشأتها وتنميتها ومقترحات بشان سياسة بديلة » . أعمال ندوة التنمية الاجتماعية والاقتصادية للمدن الجديدة . المركز القومى للبحوث الاجتماعية والجنائية ، قسم بحوث المجتمعات الحضرية

والمدن الجديدة . القاهرة : ٧ - ١٠ ابريل ١٩٨٦م .

١٦- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، الكتاب الإحصائى السنوى (١٩٥٢ - ١٩٨٠م ، يوليو : ١٩٨١م)، ص ٢٣٩ .

١٧- عمر محى الدين ، « قطاع البناء والتشييد فى الثمانينات » (رؤية مستقبلية ، المؤتمر العلمى السنوى السابع للاقتصاديين المصريين ، ٦ - ٨ مايو : ١٩٨٢م) ، ص ٣١ .

١٨- مجلس الشورى ، « مشكلة الإسكان فى مصر » (جمهورية مصر العربية ، تقرير اللجنة الخاصة ، يوليو : ١٩٨٣م) ، وانظر :

Cairo University/Massachusetts Institute of Technology, The Housing and Construction Industry in Egypt, (Section: E), p. 6.

١٩- بيان لقاء حسب الله الكفراوى ، وزير التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الاراضى : أمام اللجنة الخاصة بمجلس الشورى ، يوليو : ١٩٨٣م .

٢٠- وزارة التخطيط ، « تطور الدخل المحلى والأجور وعوائد حقوق التملك فى القطاعات الاقتصادية خلال الفترة ١٩٧٢ - ١٩٧٩م ، (مذكرة الإدارة المركزية للدخول والأسعار والاستهلاك ، اغسطس ١٩٨٦م) ، ص ٣ . وانظر :

Ministry of Economy, Recent Development in the Egyptian Economy A. R. E (Economic Studies unit: January ; 1981)

٢١- إسماعيل صبرى عبد الله ، « ندوة مناقشة مشكلة الإسكان ٨٣/٨٤ » (وزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضى عام : ١٩٨٤م) .

٢٢- المؤتمر الإفريقى الآسيوى للإسكان ، « السياسة الاجتماعية والاقتصادية والتشريعية » (إصدار المركز القومى للإعلام والتوثيق ، القاهرة : ١٩٦٣م) ، ص ٨٥.

٢٣- كمال أبو الخير ، التطور التعاونى الاشتراكى فى تشيكوسلوفاكيا ومصر (القاهرة : مكتبة عين شمس ، ١٩٧٣م) ، ص ٣٨١ .

٢٤- وزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضى ، مدينة الأمل (جمهورية مصر العربية ، الهيئة العامة للتخطيط العمرانى ، مركز بحوث التنمية والتخطيط التكنولوجى ، التقرير الرابع ، الجزء الخامس / دراسات التخطيط العمرانى ، الفصل الثامن / الإسكان ، جامعة القاهرة : ١٩٨٢م) ، ص ص ١٠٥ - ١٠٦ .

٢٥- قوانين الإيجارات - المبانى (بالمذكرات الإيضاحية واللوائح التنفيذية ، الطبعة الثانية ، القاهرة : دار الفكر الحديث للطباعة والنشر ، ١٩٨٣م) .

٢٦- طبقاً لتقديرات البنك الدولى وكذلك هيئة المساعدات الأمريكية (١٩٧٥ - ١٩٧٩م) .

٢٧- طبقاً للمسح الذى قام به الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء لإنفاق الأسرة عام ١٩٧٦م . ولمزيد من الدراسة ، انظر :

Sherief El-Hakim and Associates With PADCO, INC, - The National Urban Policy Study (U.S. AID, Grant No. 263-0042, October 30, 1980, p. 11.

٢٨- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، الكتاب السنوى الإحصائى (١٩٨٢) ، ص ١٧١ .

٢٩- بلغ إجمالى ماتم بناؤه من قبل القطاع العام والخاص طوال هذه الفترة عدد ٣٥٢,٤٤٢ وحدة سكنية منها ١٢٤,١٩٢ وحدة تخص القطاع الخاص .

٣٠- وزارة التخطيط ، تطور الاقتصاد المصرى فى ١٠ سنوات (اغسطس ١٩٨١م) ، جدول رقم (١٧) ، ص ١٠٣ .

٣١- المصدر السابق ، جدول رقم (٥٥) ، ص ٢٤١ .

٣٢- وزارة التخطيط ، الإطار العام التفصيلى (الخطة الخمسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية ، ١٩٨٣/٨٢م - ١٩٨٧/٨٦م ، الجزء الثانى ، الصورة القطاعية ، نوفمبر : ١٩٨٢م) ، ص ١٣٥ .

٣٣- زادت العمالة فى القطاع العام من ١,٠٢٧ إلى ١,١٩٩ مليون عامل بين عامى ١٩٧٧ و ١٩٨١م ، المؤتمر القومى للسكان ، التقارير النهائية للجان المؤتمر (تقرير اللجنة الاقتصادية ، دار نوبار للطباعة ، ١٩٨٤ م) ، ص ٩٤ .

٣٤- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، الكتاب السنوى الإحصائى (جمهورية مصر العربية ، العددان: أكتوبر ١٩٧٦ ، يوليو ١٩٨١م) ، ص ٨٨ ، ص ٩٠ .

٣٥- عمر محى الدين ، « قطاع البناء والتشييد فى الثمانينات » جدول رقم (١٠) ، ص ٢٤ .

٣٦- مجلس الشورى ، « مشكلة الإسكان فى مصر » ، ص ٣٨ .

٣٧- المصدر السابق ، ص ٣٩ .

٣٨- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، إحصاءات التشييد والبناء لمنشآت القطاع الخاص ١٩٧٣م ، (لجمهورية مصر العربية ، دار ممفيس للطباعة ، مارس : ١٩٧٨م) ، جدول رقم (٣) .

أصول العمل الألمانية المعربة
بواسطة جمعية المهندسين الميكانيكيين

سلسلة من ثلاث حلقات
فى موضوع تحليل عناصر التلف
ستصدر فى أعداد لاحقة

ثانياً - الحلقة الثانية :

« تحليل عناصر التلف الناشىء عن التآكل فى الأوساط المائية »

تاريخ الاصدار : نوفمبر 1983 رقم التصنيف العشرى DK 658.588. 2/. (083.132) : 620.193.2/ .8

جمعية المهندسين الميكانيكيين	تحليل عناصر التلف الناشىء عن التآكل فى الأوساط المائية	مشروع أصول عمل رقم VDI / 3822/3

البند	المحتويات		الصفحة
1	عموميـــات		2
2	تصنيف أصول العمل		2
3	حدود الصلاحية		2
4	أنواع التلـــف		2
5	ملحق الصـــور		2
	جدول 1	التلف الناشىء عن التآكل فى الأوساط المائية	3
	ملحق :	صور لظواهر تلف التآكل فى الأوساط المائية	17

مقدمة

تقدم أصول العمل هذه أسلوباً مساعداً للمهندس العربى يعاونه على التعرف على مواقع وأسباب ومدى تطور وتحليل عناصر التلف الناشىء عن التآكل فى الأوساط المائية ... كما تحتوى على معلومات متجمعة لمبادىء الاحتياطات الهادفة للعلاج والوقاية من التلف وقد أخذت أصول العمل الالمانية رقم

DK 658. 588.2 / (083. 132) : 620.193.2 /.8 كأساس لإعداد أصول العمل هذه .

وقد قام باعداد هذه الأصول

الدكتور مهندس/أحمد سالم الصباغ	أستاذ المواد وهندسة الانتاج ورئيس قسم التصميم وهندسة الانتاج كلية الهندسة - جامعة عين شمس

وقام بمراجعتها

الدكتور مهندس/سعد مجاهد الراجحى	أستاذ الفلزات ووكيل كلية الهندسة - جامعة القاهرة

وقد استعين بهذه الأصول فى دورة تدريبية للمهندسين المهتمين بمشاكل التآكل نظمتها جمعية المهندسين الميكانيكيين خلال عام ١٩٨٣ .

1 - **عموميات** General :

يهدف تحليل عناصر الاتلاف إلى تقصى أسباب إخفاق المواد وأجزاء المنشآت .

وتشكل المعلومات المتجمعة فى هذه الورقة مبادىء الاحتياطات الهادفة للعلاج والوقاية من التلف .

وتتركز أهداف أصول العمل هذه فيما يلى :

- تعريف المعانى الفنية
- توصيف موحد لأنواع التلف
- إمكان التوصل إلى نتائج مقارنة لمواقع الفحص المختلفة ومن ثم إمكان تحقيق توثيقها .

2 - **تصنيف أصول العمل** Code of Practice Classifications :

تعالج الورقة 1 المبادىء الأساسية والتعريفات والمعانى وكذلك خطة عمل تحليل التلف . وسوف توصف فى الصفحات التالية أنواع التلف المختلفة وظواهرها وأسبابها وتطورها .

ورقة 2 - تحليل التلف ، الناشىء عن الإجهاد الميكانيكى .

ورقة 3 - التلف بالتآكل فى الأوساط المائية

ورقة 4 - التلف الناشىء عن الإجهاد الحرارى

ورقة 5 - التلف الناشىء عن الإجهاد الاحتكاكى (تلف بالبرى)

ينصح المستفيد من أصول العمل باستخدام الأوراق من 2 إلى 5 مع الورقة 1 .

3 - حدود الصلاحية Validity Limits :

يعرف التآكل طبقاً للمواصفات الالمانية رقم DIN 50900 الجزء الأول بانه تفاعل بين مادة وما يحيطها يؤدى إلى الإضرار بخواص المادة ، أو الوسط المحيط بها . ويكون التفاعل فى غالب الأحيان تفاعلاً كهروكيميائياً مع افتراض وجود اليكتروليت فى هذه الحالات . ويمكن أن يكون التفاعل كذلك فى غياب الالكتروليت فيكون تفاعلا كيميائياً ، وتعالج الورقة 3 فى جوهرها أنواع مظاهر التآكل الكهروكيميائى كلما وجدت فى وسط الكتروليت مائى . بينما تحتوى الورقة 4 على أنواع التآكل الناشئة عن تاثير الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة فى محلول مائى الكتروليتى ، وأنواع التآكل الكهروكيميائى فى الالكتروليتات غير المائية مثل الفلزات ومصهورات الأملاح بجانب أشكال مظاهر تفاعلات التآكل عند درجات الحرارة المرتفعة .

وسيتم التفرقة بين أنواع تلف التآكل الحادث بمصاحبة الإجهاد الميكانيكى وبدونه . وقد روعى معالجة كل أنواع التآكل على أساس المواصفات الألمانية DIN 50900 الجزء الأول (تآكل المعادن - تعريفات عامة) ، تآكل الحك (أنظر الورقة 5).

وإضافة إلى ما سبق سيتم التعرض للتآكل الناشىء عن الأيدروجين المضغوط .

4 - أنواع التلف Types of Damage :

يوضح الجدول رقم 1 خريطة لوصف موحد لأنواع التلف . وقد تمت فى هذا الجدول محاولة لإيجاد ملاحظات عامة وشاملة لكل نوع من أنواع التلف . إلا أن هذا التقسيم لا يعنى بالضرورة اكتمال الصورة . وقد روعى استبعاد طرق الفحص عند وصف ظواهر التلف التى يمكن تحقيقها عادة من خلال الملاحظات . ومن هذا المنطلق سيتيسر للمستفيد من أصول العمل هذه التوصل إلى الطرق الموصوفة ، كتفاصيل الميكروسكوبين الضوئى والالكترونى وكذلك الطرق التحليلية .

وتحتوى الخريطة كذلك على تفاصيل الإجهادات الناشئة عن التلف والمسببة لتطوره ويمكن إتمام هذه البيانات من خلال الإرشادات الخاصة بإعادة عمل التلف معملياً .

وإضافة إلى ماسبق ذكرت ملاحظات لأنواع التلف المختلفة آخذين فى الاعتبار على سبيل المثال مجموعات المواد أو طرق الفحوص الخاصة والتى تعتبر معرفتها هامة فى الحكم الشامل على التلف وفى جمع المعلومات اللازمة لاكتساب الخبرة فى هذا المجال .

5 - ملحق الصور :

الحقت فى الشكل رقم 1 صور لسلسلة من ظواهر التلف ليسهل بها فهم هذه الظواهر ، وتم وصف أنواع التلف المصورة هذه فى النص العام . وقد وضع النص لذلك مرتبطاً مع الملحق المصور .

جدول 1 التلف الناشىء عن التآكل فى الأوساط المائية

4.2.3.3 التآكل الناشىء عن الايدروجين المضغوط فوق درجة حرارة 200C° 25

4 - انواع التلف ومظهرها ماكروسكوبياً وميكروسكوبياً وتحليل النتائج .

4.1 - التآكل بدون إجهادات ميكانيكية

4.1.1. - تآكل سطحى منتظم (شكل 1)

4.1.1.1. - الفحص الماكروسكوبى :

السطح خشن ويبدو مستويا (شكل 1) حدود التأثر تطابق حدود السطح اللامس للوسط المؤثر ، ظهور وتكوين نواتج التآكل يتوقف على ظروف التفاعل والمادة المعرضة للتآكل

4.1.1.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.1.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

4.1.1.2.2 - الميكروسكوب الالكترونى

يمكن ظهور حفر نمش مع تأثر متميز لحدود الحبيبات والاسطح البللورية .

4.1.1.3 - التحليل

يتيح التركييب الكيميائى فى غالب الاحيان إيضاح ظروف ومسببات التآكل .

4.1.1.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

التلامس مع الأوساط المهاجمة مع تكوين نواتج تآكل بقابلية ذوبان مختلفة .

4.1.1.5 - تطور التلف

يتطور تحلل المادة بانتظام حتى يحدث الكسر او إخفاق المقطع المتبقى فى مقاومة الإجهادات الميكانيكية .

4.1.1.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة SIMULATION او بدونها . يتم تعيين التآكل طبقا للمواصفات (احيانا فى التركيزات ودرجات الحرارة المرتفعة) وتكون هذه المعدلات فى الغالب معروفة فى المنظومات SYSTEMS المحددة .

4.1.2 - تآكل حوضى (حفرى) Trough (شكل 2,3)

4.1.2.1 - الفحص الماكروسكوبى

يكون سطح المادة خشناً كما تظهر مواقع مهاجمته بشكل حوضى (حفرى) ، وقد تتراكم منتجات التآكل فى بعض الواقع (شكل 2) ويتوقف مقدار المهاجمة من موقع لآخر حسب ظروف الإجهادات المناظره . كما ان ظهور وتكوين نواتج التآكل يتوقف فى ثخانته من موقع لآخر . ولا يمكن فى غالب الاحيان تحديد حدود التآكل بسبب انتظام التآكل السطحى .

4.1.2.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.2.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تظهر فى المقطع (المستعرض) المجلخ بعض الحفر بصورة مقارنة مع السطح المستوى (شكل 3).

- الميكروسكوب الالكترونى

مثل 4.1.1.2.2 ولا توجد بنية متميزة التوجيه Preferred orientation وتوجد بعض المهاجمات الموضوعية .

4.1.2.3 - التحليـــــل

مثل 4.1.1.3

4.1.2.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

التلامس مع الأوساط المهاجمة التى بها ظروف إجهادات مختلفة موضعيا (درجة الحرارة - التركيز - سرعة السريان) مع تكوين نواتج تآكل ذات قابلية ذوبان مختلفة

4.1.2.5 - تطور التلف

يتطور تحلل المادة بغير انتظام (تكوين حفر) حتى يحدث الكسر أو إخفاق المقطع المتبقى فى مقاومة الإجهادات الميكانيكية

4.1.2.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها مثل 4.1.1.6 إلا أن المعلومات عن معدلات التآكل لاتكون ذات معنى بصفة عامة - لأن المنظومة لاتكون محددة موضعياً .

4.1.3 - التآكل الثقبى Pitting (شكل 4,5)

4.1.3.1 - الفحص الماكروسكوبى

تمدد سطحى طفيف على السطح الخارجى ، يبلغ عمق مدى المهاجمة فى الحالة المتطورة مايساوى أو يزيد عن قطر الثقب (شكل 4) - يبدو السطح الداخلى للثقب لامعا فى بعض الأحيان - تتوزع الثقوب فى حدود المنطقة المهاجمة ويتوقف تكوين وتواجد نواتج التآكل على ظروف المهاجمة وعلى المادة .

4.1.3.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.3.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تبدو المنطقة المهاجمة وبها ثقوب نصف كروية وذلك فى أنواع الصلب السبائكى الغنى (شكل 5).

4.1.3.2.2 - الميكروسكوب الالكترونى

تبدو مواقع المهاجمة ذات حدود واضحة Sharp - السطح الداخلى للثقب أملس أو خشن ، ويمكن أن تحدث حفر منمشة Etched بسبب الخواص الاتجاهية المهاجمة Anisotropy

4.1.3.3 - التحليل

يمكن استخدام طريقة التحليل دقيق المدى Fine Range للتعرف على نوعية الوسيط المهاجم فى قاع الثقب .

4.1.3.4 - احتمالات أسباب التلف والاجهادات

تواجد قطب مصعد Anode مع تمدد موضعى ضئيل عند مواقع الخدوش للطبقة الواقية (طبقات سلبية Passive - طبقات واقية - طبقات سطحية جلفانية) .

4.1.3.5 - تطور التلف

يحدث تحلل للمادة بشكل مركز وبعنف فى مواقع محددة حتى يحدث الكسر .

4.1.3.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها .

يمكن معرفتها بواسطة طرق الفحوص المعملية الكيميائية (الاختبار المبين) أو الكهروكيميائى (منحنى كثافة التيار - الجهد) .

4.1.3.7 - ملاحظـــات

يمكن تمييز المقاومة للتآكل الثقبى فى مواد معينة بواسطة الجهود فى ثقب التآكل .

4.1.4 - التآكل الشقى (6 , 7)

4.1.4.1 - الفحص الماكروسكوبى

- تآكل عنيف فى الشق (شكل 6) ، تتواجد نواتج التآكل فى غالب الأحيان خارج الشق وبالقرب من الفتحة .

4.1.4.2. - الفحص الميكروسكوبى

4.1.4.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

يمكن أحياناً التعرف بوضوح على العمق على مدى اتساع الشق .

4.1.4.2.2. - الميكروسكوب الالكترونى

مثل 4.1.1.2.2.

4.1.4.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

اختلاف تركيز الأوساط المهاجمة (على سبيل المثال بسبب نقص الاكسوجين) فى داخل أو خارج الشق .

4.1.4.5 - تطور التلف

يحدث تحلل المادة فى الشقوق حتى يحدث الكسر

4.1.4.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها . يمكن اظهارها معمليا وكذلك بالقياسات الكهروكيميائية مثل الجهود فى شقوق التآكل

4.1.4.7 - ملاحظـــات

يحدث هذا التآكل بصفة خاصة وكثيراً بين المعادن والمواد غير الموصلة .

4.1.5 - التآكل بسبب اختلاف التهوية (شكل 8, 9)

4.1.5.1 - الفحص الماكروسكوبى

يكون شكل مواقع المهاجمة حوضى إلى حفرى وتتكوم نواتج التآكل فى شكل يشبه البثور (شكل 9) . ظهور نقص أكسوجينى فى بعض المواقع مثل الشقوق أو مرسبات نوعية .

تتوقف نواتج التآكل على ظروف التأكسد فوق أو بجانب موقع المهاجمة .

4.1.5.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.5.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تظهر أغوار فى شكل حفر ذات حدود واضحة (شكل 9)

4.1.5.3 - التحليل

- مثل 4.1.1.3

4.1.5.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

وجود تركيز مختلف للأكسوجين فى الالكتروليت (مثلا بسبب الاستهلاك الموضعى ، ذوبان الفلز فى الأماكن الفقيرة فى الأكسوجين) .

أسباب اختلاف التهوية : الشوائب فى الأنابيب والأوعية بسبب المخلفات والأوساخ وكذلك مخلفات بعض المجموعات مثل الطمى وأملاح المراجل وخلافه .

4.1.5.5 - تطور التلف

تكوين مواقع مهاجمة محددة تستمر حتى يحدث الكسر

- ملاحظـــات

ينتمى إلى هذا النوع من التآكل تبعا للمواصفات DIN 50900 التآكل الشقى والتلامسى : لم تعد تسمية عنصر ايفانز Evans-Element مستخدمة .

4.1.6 - التآكل باللمس Touch

4.1.6.1 - الفحص الماكروسكوبى

شكل السطح به انخفاضات حفرية إلى ثقبية مع ترسيبات من الطين - الصخور - رانش المعادن أو مواد أخرى جامدة تظهر عند الترسيبات مباشرة مثل مواقع ارتكاز خطوط الأنابيب والخزانات - نواتج التآكل مثل 4.1.5.1. ، إلا أنها تكون مرتبطة مع ترسيبات مواد غريبة .

4.1.6.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.6.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

أغوار فى شكل حفر أو ثقوب

4.1.6.3 - التحليـــل

مثل 4.1.1.3 شاملا الترسيبات Deposits

4.1.6.4 - احتمالات أسباب التلف والاجهادات

يمكن مشابهته بالنوع .4.1.4.4 أو 4.1.7.4 بجانب إمكان حدوث انفصال موضعى لاحماض مع ترسيبات فى الجدران المسخنة .

4.1.6.5. - تطور التلف

- كما فى .4.1.5.5

4.1.6.7 - ملاحظات

تبعا للمواصفات DIN 50900 فان التآكل اللمسى إما أن يكون تآكلا شقّياً أو تلامسا أو ناشئاً عن اختلاف فى التهوية.

4.1.7 - التآكل التلامسى Contact

4.1.7.1 - الفحص الماكروسكوبى

ترسيب سطحى محدد للمعدن غير النبيل عند مواقع التلامس لمعدنين مختلفين فى جهد التآكل (شكل 10) لا تظهر فى الغالب نواتج التآكل فرادى فى الوسيط المتدفق .

4.1.7.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.7.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

يمكن التعرف على تحلل المعادن غير النبيلة فى شكل حفر فى الغالب

4.1.7.3 - التحليل

تعيين الاختلاف فى التركيب فى المعدنين وتركيب الالكتروليت (قابلية التوصيل)

4.1.7.4. - احتمالات أسباب التلف والاجهادات

بسبب تلامس معدنين مختلفين فى جهد التآكل مع وجود الكتروليت

4.1.7.5 - تطور التلف

نحر موضعى للمعدن غير النبيل حتى تمام الكسر

4.1.7.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها . يمكن قياس شدة تيار وجهد التآكل معمليا تحت ظروف الإجهادات المسيطرة .

4.1.7.7. - ملاحظات

لا يصح استخدام تعبير التآكل الجلفانى بعد الآن

4.1.8 - التآكل الانتقائى Selective

4.1.8.1 - التآكل الانتقائى العام (أشكال 11,12,13,14,15)

4.1.8.1.1. - الفحص الماكروسكوبى

يكون السطح خشناً بصفة عامة . ويمكن التعرف على مواقع المهاجمة فى كل حالة ماكروسكوبياً (شكل 11) ويتوقف مدى تأثر الجزء المهاجم على مادته (تركيبة الكيميائى) وعلى نوعيته (طريقة انتاجه - مثل اللحام الحرارى) وعلى ظروف الاجهادات به وفى وجود نواتج التآكل الانتقائى كبيراً Rich

4.1.8.1.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.8.1.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

يمكن التحقق من نوع ووضع البنية المهاجمة بوضوح تام .

4.1.8.1.3 - التحليل

يمكن استكمال نتائج الفحوص الميتالوجرافية أو إثباتها بواسطة التحليلات فى المجـال الدقيق Fine Range Analysis

4.1.8.1.4. - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

يوجد عناصر دقيقة Micro جلفانية كنتيجة لعدم تجانس البنية (مثـل وجود أصناف مختلفة Phases أو تباين فى التركيب Segregation

4.1.8.1.5 - تطور التلف

تحلل انتقائى فى مواقع البنية المعرضة للتآكل

4.1.8.1.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها ممكن فى الظروف العملية .

4.1.8.1.7 - ملاحظات

أنواع الإخفاق المعروفة هى :

1 - فى الصلب الأوستنيتى المقاوم للصدأ يسهل مهاجمة مواقع صنف دلتا فيرايت فى درزات اللحام (شكل 13)

والمهاجمة على طول التباينات الدقيقة فى التركيب Micro Segregation (شكلى 15 , 14)

2 - فى الصلب الفريتى الاوستنيتى تحلل انتقائى لصنف من الأصناف (شكل 12)

3 - فى أنواع الصلب غير السبائكى القابلة للتقسية بالتعتيق . يحدث تآكل انتقائى فى أوساط الأحماض والأحماض المخففة على طول خطوط التشكيل .

4.1.8.2 - التآكل الانتقائى (النوعى)

4.1.8.2.1 - التآكل بين البللورات (أشكال 18 ,17 ,16)

4.1.8.2.1.1 - الفحص الماكروسكوبى

يتصف السطح الخارجى بوجود شقوق - حقول من الحفر - انفصال حبيبات فردية بصورة جزئية - سطح خشن (شكل 16) يختلف سطح الانفصال من لا مع إلى ماط غليظ الحبيبات إلى رملى خشن غير متشكل - يبدو التأثير الحرارى الموضعى إما على مدى الجزء الهاجم كله (حالة البنية غير المناسبة) أو فى قطاعات معينة Zones (مثل قرب درزة اللحام).

4.1.8.2.1.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.8.2.1.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تظهر مهاجمة محدودة على مدى حدود الحبيبات . كما يمكن التعرف على بليرات منفصلة (شكل 18) فى حالة التآكل المتقدم ويمكن تبرير التحول إلى هذا النوع من التلف بحدوث ترسيب حرج على حدود الحبيبات (الكبر ، الكمية ، التوزيع)

4.1.8.2.1.2.2 - الميكروسكوب الالكترونى

تعرى أسطح الحبيبات (شكل 17) .

4.1.8.2.1.3 - التحليل

يمكن احيانا التعرف على تفكك الخليط (تدرج التركيز) بواسطة التحليلات فى المجال الدقيق .

4.1.8.2.1.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

نقص فى عناصر التسابك الهامة المقاومة للتآكل فى البللورات ذات المحلول الجامد Solid Solution فى مواقع قرب حدود الحبيبات .

4.1.8.2.1.5 - تطور التلف

تكوين عناصر دقيقة Micro جلفانية تحلل مناطق قرب حدود الحبيبات .

إخفاق الجزء إما بسبب كسره أو بإجهاده ميكانيكياً أو بالتشويه الميكانيكى (بنقص المقطع أو بتاثير الحز Notch).

4.1.8.2.1.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها .

اختيار المقاومة للتآكل بين البللورات . ويمكن على سبيل المثال الاسترشاد بالمواصفات الأوربية EU 114-72

4.1.8.2.1.7 - ملاحظات

يحدث كسر عبر بللورات المادة عند إجهادها ميكانيكيا مثل إجهاد الطى (الثنى) ، تغير فى الرنين المالوف للمعدن يحدث فى المعادن السلبية Passive التى تميل إلى فقد (الافتقار) للعناصر المقاومة للتآكل المحتوية على Al, Cu, Ni ويشترط لحدوث التلف فى غالب الأحيان إجراء معاملات حرارية وعمليات تشكيلية أو تشغيلية معينة مثل اللحام والتخمير لإزالة الإجهادات ولم تعد تسمية تحلل الحبيبات أو تآكل حدود الحبيبات تستخدم فى هذه الحالات .

4.1.8.2.2 - التآكل الطبقى (أشكال 21 ,20 ,19)

4.1.8.2.2.1 - الفحص الماكروسكوبى

تقشر المادة المدلفنة إلى طبقات رقيقة موازية للسطح (شكل 19, 20) ويكون سطح الانفصال معدنى معتم (ماط) شكل التراس Terrasse ألياف خشن ، وتوجد نواتج تآكل فى شكل طبقى مرتب .

4.1.8.2.2.2. - الفحص الميكروسكوبى

4.1.8.2.2.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تتبع الهاجمة خطوط مواقع المركبات المعدنية المدلفنة فى شكل أسطر ، أو خطوط تباين التركيب (شكل 21)

4.1.8.2.2.3 - التحليل

يمكن التعرف على تدرج التركيز (التركيب الكيميائى) بواسطة التحليل فى النطاق الدقيق Fine Range Analysis

4.1.8.2.2.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

أضرار مقاومة المادة للتآكل بسبب اختلاف التركيب الكيميائى فى المناطق المجاورة للمركبات غير المعدنية أو اختلاف التركيز عمودياً على السطح المهاجم .

4.1.8.2.2.5 - تطور التلف

تكوين عناصر جلفانية دقيقة Micro Elements ، تحلل المناطق القريبة من الشوائب أو خطوط تباين تركيز العناصر غير النبيلة إنطلاقاً من سطح القطع على سبيل المثال انهيار الخواص الميكانيكية للجزء بسبب التقشير .

4.1.8.2.2.7 - ملاحظات

يمكن حدوثه فى سبائك الألومنيوم مجموعة ألومنيوم - زنك - مغنسيوم فى الحالة المصلدة على البارد (التعتيق الطبيعى) لم تعد التسمية المهاجمة القشرية الرقائق أو القشور Flakes مستخدمة .

4.1.8.2.3 - التآكل الاسفنجى (شكل 22 , 23)

4.1.8.2.3.1 - الفحص الماكروسكوبى

يمكن فى حالة الحديد الزهر الرمادى ذى الجرافيت القشرى (Lamellar) المجمد أن يوجد مواقع ملونة قاتمة محتفظة بشكل (شكل 22) وذلك بعد إزالة الطبقات الحمراء التى قد توجد ، وتبدو مواقع المهاجمة مختلفة التوزيع ، مختلفة التوزيع والعمق . كما أن الاحتفاظ بشكل السطح يتوقف أساسا على ظروف التدفق فى خطوط الأنابيب مثلا .

ويمكن أن تكون المهاجمة منتظمة فى عمق تأثيرها .

4.1.8.2.3.2. - الفحص الميكروسكوبى

4.1.8.2.3.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

طبقات من الهيكل المتبقى مكون من الجرافيت والسمنتايت والفسفويد فى صورة يوتكتيك والتى يمكن أن تحتوى جزئياً فى فراغاتها نواتج التآكل (شكل 23)

4.1.8.2.3.3. التحليل

يمكن التعرف على ازدياد نسبة الكربون فى المواقع المهاجمة .

4.1.8.2.3.4. احتمالات أسباب التلف والإجهادات

تكوين عناصر جلفانية بين العناصر (النبيلة) الجرافيت ، السمنتايت ، يوتكتيك ، فوسفيد والعناصر (غير النبيلة) الأرضية الفيريتية - البرليتية . وذلك فى الوسيط المهاجم الفقير فى الأوكسجين .

4.1.8.2.3.5 - تطور التلف

تحلل انتقائى للأرضية غير النبيلة الفريتية البيرليتية دون تكوين طبقة تغطية واقية من نواتج التآكل ، ويترتب على ذلك نقص مقاومة الإجهادات فى الجزء بسبب نقص مساحة المقطع .

4.1.8.2.3.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها .

يمكن إجراء الاختبار فى وسط مائى بواسطة مشابهة ظروف الاجهادات

4.1.8.2.3.7. - ملاحظات

يمكن قطع الجزء المهاجم بالسكين ، فتنحصر المهاجمة عموماً فى حديد الزهر الرمادى ذى الجرافيت القشرى ، ويمكن ملاحظته أحياناً فى الصلب اللاسبائكى كنتيجة للتآكل الانتقائى ولا يجوز استخدام التسمية الحديد الإسفنجى أو المجرفت بعد الآن .

4.1.8.2.4 - التآكل بنقص نسبة الزنك Desinkification (24, 25.26)

4.1.8.2.4.1 الفحص الماكروسكوبى

يحدث بصفة خاصة فى النحاس الأصفر عندما تكون نسبة الزنك عالية حيث يوجد ترسيب إسفنجى للنحاس ، وفى حالة نقص الزنك بما يشبه الفلين الذى يحدث موضعياً ويكون محدداً ، وفى حالات نقص الزنك طبقياً فإن المهاجمة تكون منتظمة ويحتفظ الجزء بشكله حتى فى حالة تقدم (تطور) المهاجمة إذا لم يزل النحاس الإسفنجى (بالغسيل) (شكل 24).

4.1.8.2.4.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.8.2.4.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تتكون مناطق السطح من النحاس الاسفنجى على هيكل من ألفا (α) سامى ويبدو تحتها بوضوح بنية من خليط ألفا وبيتا (β) (شكل 25) . إن البنية المتكونة من صنفين Phases تشكل حساسية ضد هذا النوع من التآكل .

4.1.8.2.4.2.2. - الميكروسكوب الالكترونى

المهاجمة الانتقائية يمكن التعرف عليها (شكل 2)

4.1.8.2.4.2.3 - التحليل

الدلالات على حالة نقص الزنك تقوم عندما تكون نسبة الزنك مرتفعة .

4.1.8.2.4.2.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

تكوين عناصر جلفانية دقيقة فى بنية النحاس الأصفر ذات الصنفين بين صنف ألفا (α) النبيل الغنى بالنحاس وصنف بيتا (β) غير النبيل الغنى بالزنك .

4.1.8.2.4.2.5 - تطور التلف

تحلل إنتقائى لصنف β الفقير فى النحاس - إنفصال النحاس فى صورة إسفنجية - نقص مساحة المقطع المجهد بالحمل ، وفى حالة نقص الزنك بشكل الفلين يحدث كسر مفاجىء ، وفى حالة نقص الزنك موضعياً قبل الانهيار الميكانيكى بسبب نقص مساحة المقطع .

4.1.8.2.4.2.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها . يمكن إتمام الفحص فى وسط مائى فى الظروف العملية

4.1.8.2.4.2.7 - ملاحظات

يمكن إزالة الطبقة النحاسية الإسفنجية بسهولة - تزداد فى سبائك النحاس - زنك أكبر من 30% إلا أنه يمكن الحدوث كذلك عند نسبة زنك أقل ، ويمكن إيقافه بقوة بإضافة الزرنيخ بنسب متناسبة مع الزنك حتى 0,3% زرنيخ (وزنا) (0, 3% Wt As) ، وتكون البنيات دقيقة الحبيبات أقل تعرضاً من غليظة الحبيبات .

4.1.8.2.5 - التآكل بنقص نسبة الألومنيوم Dealumination

4.1.8.2.5.1 - الفحص الميكروسكوبى

يوجد فى حالة البرونز الألومنيومى ترسيبات نحاس ، ويحتفظ الجزء بشكله حتى فى حالة تقدم المهاجمة .

تكون مواقع المهاجمة موزعة ومختلفة المساحات ومختلفة فى اتساعها وعمقها ، كما يحدث ترسيب النحاس على سطح المعدن .

4.1.8.2.5.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.8.2.5.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

يشبه 4.1.8.2.4.2.1

4.1.8.2.5.3. - التحليـــــل

الدلالات على حالة زوال الالومنيوم تقوم عندما تكون نسبة الألومنيوم مرتفعة .

4.1.8.2.5.4. - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

يحدث تكوين عناصر جلفانية دقيقة فى بنية البرونز الألومنيومى ذات الصنفين الأول الغنى بالنحاس ألفا (α) النبيل والثانى بيتا (β) غير النبيل الغنى بالألومنيوم ويمكن ملاحظته فى الأوساط المتآكلة المحيطة مع وجود بخار شوائب .

4.1.8.2.5.5 - تطور التلف

فى البداية تحلل انتقائى لصنف β - إنفصال النحاس فى صورة إسفنجية مع نقص فى مساحة المقطع .

4.1.8.2.5.7 - ملاحظات

يمكن إزالة طبقة النحاس الإسفنجية بسهولة . محدود فى حالة البرونز الألومنيومى بنسبة تزيد عن 5% ألومنيوم .

4.1.9 - تآكل نقطة الندى Dew Point

4.1.9.1 - الفحص الماكروسكوبى

نحر شديد منتظم إلى شكل حفرى ، يكون السطح فى الغالب معدنى لامع خشن . تزداد المهاجمة تحت المرسبات (مثل تراب العادم) ، يمكن أن يحدث فى مدى الانخفاض من نقطة الندى . وكثيراً ما يوجد فى نواتج التآكل أملاح وكذلك هيدروكسيدات وأكسيدات فى حالة وجود هيدروليسات Hydrolysis

4.1.9.2 - الفحص الماكروسكوبى

4.1.9.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

نحر سطح منتظم مع حفر

4.1.9.3 - التحليـــــل

يمكن التعرف على كبريتيد وكبريتات الكبريت فى نواتج التآكل .

4.1.9.4 - إحتمالات أسباب التلف والإجهادات

تجاوز نقطة الندى للأحماض فى غازات الاحتراق ، تكوين أحماض مختلفة التركيز

4.1.9.5 - تطور التلف

يحدث نقص فى مساحة المقطع المجهد بسبب النحر المنتظم وذلك حتى يحدث الكسر أو حتى يجهز عليه الاجهاد الميكانيكى .

متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها .

يمكن مشابهته بواسطة تجربة الغلى فى أحماض مختلفة التركيز ثم تعيين معدل النحر استناداً إلى المواصفات DIN 50905

5.1.9.7 - ملاحظات

لا يجوز استخدام التسمية التآكل فى درجة الحرارة المنفخضة

4.1.10 - تآكل الماء المتكاثف

4.1.10.1 - الفحص الماكروسكوبى

نحر منتظم إلى شكل ثقبى ويكون السطح خشنا ، ويمكن أن يحدث فى مدى تكوين المتكثفات ، وتكون نواتج التآكل هيدروكسيدات واكسيدات .

4.1.10.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.10.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

نحر سطحى منتظم مع حفر وثقوب

4.1.10.3 - التحليل

يوجد ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى نواتج التآكل بمقدار يتراوح بين % 0,2 ، % 1,5 نسب وزنية .

4.1.10.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

ترسب ماء التكاثف على سطح المعدن بدرجة حرارة تنخفض عن درجة حرارة نقطة الندى ، تتوقف المهاجمة على المادة

وعلى ظروف الإجهادات (درجة الحرارة - الشوائب - نسبة الأكسوجين وخلافه) .

4.1.10.5 - تطور التلف

مثل 4.1.9.5

4.1.10.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها

اختبار الاحتمالات للتآكل فى ماء التكاثف مثل

طريقة اختبار الطقس تبعاً لمواصفات DIN 50016/50017/50018

4.1.11.1 -ملاحظات

لا يجوز بعد الآن استخدام تسمية التآكل بماء العرق

4.1.11.2 - التآكل الميكروبيولوجى Microbiological

4.1.11.2.1 - الفحص الماكروسكوبى

نحر فى شكل حفرى إلى ثقبى يزداد فى حالة سرعات التدفق المنخفضة ، فى الماء الراكد تحت الترسيبات ، ويوجد فى نواتج التآكل هيدروكسيدات المعادن وكبريتيد .

4.1.11.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.1.11.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

مثل 4.1.10.2.1

4.1.11.3 - التحليل

يمكن التعرف على كبريتيد الكبريت وحامض الكبريتيك أو أحماض أخرى فى نواتج التآكل فى ظروف Anaerobic فى أوساط مهاجمة .

4.1.11.4. - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

إنه بزيادة المواد المغذية Nutritive وانخفاض الأكسوجين فى شوائب المجارى Brakish Water تزداد فعالية البكتريا Anaerobic التفاعل من كبريتات إلى كبريتيدات ، إنطلاق كبريتيد الايدروجين أو أكسدة بكتيرية مثل من الكبريت إلى حامض الكبريتيك أو كبريتات .

4.1.11.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها

يمكن اختبار فعالية العضوية الدقيقة Micro-organisms فى تجارب العامل بصورة نوعية .

4.1.11.7 - ملاحظات

يزداد معدل التآكل بنقص سرعة التدفق

4.2 - التآكل بالتحميل الميكانيكى Mechanical Stress

4.2.1 - التآكل فى الشرخ الناشىء عن الإجهادات

(أشكال 35 ,34 ,33 ,32 ,31 ,30 ,29 ,28 ,27)

4.2.1.1. - الفحص الماكروسكوبى

شرخ شعرى يسرى فى خط مستقيم يتفرع أو يأخذ شكل شجرى فى حالة إنعدام انتظام التآكل السطحى عمليا (شكل 27) .

سطح الانفصال : غير مشكل وهو مستوى كالقطيفة ، خشن إلى غليظ الحبيبات أعتم أو مغطى بطبقة معتمة . يحدث التآكل فى الشرخ الناشىء عن الإجهادات للصلب الاوستنيتى المحتوى على كروم ونيكل فى الأوساط المهاجمة المحتوية على كلوريد وتكون تقريبا متعادلة ، نقول تحدث فى غالب الأوساط مرتبطة بالتآكل الثقبى ويظهر ذلك أساساً فى مناطق الأسطح المجهدة بالشد والتى قد تنشأ من التصميم أو من عمليات الانتاج .

مثال : المناطق المشكلة على البارد ، المناطق المجاورة لدرزات اللحام ، الدلفنة ، الحزوز Notches

- حزوز التجليخ ، ويكون سريان الشرخ عمودياً على اتجاه الجهد العمودى الرئيسى ، وبصفة عامة لا يمكن التعرف على نواتج التآكل .

4.2.1.2. - الفحص الميكروسكوبى

4.2.1.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

شروخ ضيقة إما حول الحبيبات (شكل 30) أو عبر الحبيبات (شكل 31) أو خليط بين النوعين تكون متفرعة بصفة عامة (شكل 32) وقد يصعب التعرف على تطور الشروخ حول البللورات فى البنية ذات الحبيبات الدقيقة أو المشكلة تشكيلا عنيفاً على البارد .

فى حالات خاصة : شروخ متسعة من خلال التآكل الساكن : تآكل اختيارى فردى لمكونات البنية .

4.2.1.2.2 - الميكروسكوب الالكترونى

تتطور الشروخ حول البللورات وعبرها أو كليهما بجوار بعضهما البعض ويصلح الميكروسكوب الالكترونى الماسح SEM بصفة خاصة للتعرف على تطور هذه الشروخ (شكل 28, 29)

ملاحظة : قد يصعب التعرف على علامات الكسر بسبب تغطيتها بنواتج التآكل أو الشوائب .

4.2.1.3 - التحليـــــل

يمكن التعرف على الوسيط الهاجم النوعى على السطح أو على حواف الشروخ علاوة على مساره كذلك .

4.2.1.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

من ناحية المادة : يوجد تآكل إجهاد شقى فى المواد الحساسة أو ذات الظروف الخاصة (مثلا التصلد أو التغيير الضار للبنية) أو فى حالة إجهادات الشد ، من ناحية الوسيط : يوجد وسيط نوعى مهاجم .

استثناءات : أنواع الصلب عالية المقاومة المصلدة ($HV \geqslant 600$) تعانى من التآكل الشقى وكذلك بوجود وسيط مهاجم غير نوعى .

4.2.1.5 - تطور التلف

يتغير طول زمن الحضانة (الزمن المستغرق حتى ظهور الشروخ الاولى) حسب المادة وظروف التشغيل (من دقائق إلى سنوات) . بعد انقضاء زمن الحضانة يتطور الشرخ بسرعة فائقة .

لم تتضح بعد فى كثير من الحالات عملية تكوين إنبات الشرخ وتطوره .

4.2.1.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها

فى الحالات المشكوك فيها يكون إيضاح التلف كاملا فى الحالات المشكوك فيها يمكن مشابهتها (تقليدها) فى المعمل ومع استبعاد العناصر المؤثرة النوعية فى الوسيط المهاجم لم يعد يحدث تآكل إجهادى .

4.2.1.7 - يشبه تآكل الشرخ الإجهادى لأنواع الصلب فى الالكتروليت فى مظهره كسر لحام المونة فى المعادن المنصهرة . ويحدث ذلك فى أنواع الصلب الواقعة تحت إجهادات الشد وتحت تأثير معادن منصهره وسبائك مونة ، ويتعرف على كسر لحام المونة بما يتغلغل فى شرخه من معادن غير حديدية مثل الزنك والكاديوم والنحاس وما شابهها .

4.2.2. - التآكل فى الشرخ الناشىء عن الاهتزازات

(أشكال 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42)

4.2.2.1 - الفحص الماكروسكوبى

التآكل فى الشرخ الناشىء عن الاهتزازات فى الحالة النشطة : يوجد سطح به ندبات (شكل السرة) ، وشروخ عديدة (شكل 36) التآكل فى الشرخ الناشىء عن الاهتزازات فى الحالة السلبية: تآكل سطحى منتظم ومهمل (ضئيل) ، سطح أملس ، شروخ فردية (شكل 37) سطح الانفصال : قليل التشكيل ومستوى ، شكل القطيفة ، خشن إلى غليظ الحبيبات - معتم . يمكن التعرف على خطوط التطور فى الحالات النادرة . يحدث فى المناطق المجهدة اهتزازيا ويكون تطور الشرخ عمودياً على اتجاه الجهد العمودى الرئيسى يمكن التعرف على نواتج التآكل فى الشرخ .

4.2.2..2 - الفحص الميكروسكوبى

4.2.2.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

شروخ غير متفرعة تكون عبر البللورات غالباً وتكون عمودية على السطح (شكل 39) فى حالات التآكل فى الشرخ الناشىء عن الاهتزازات فى الحالة النشطة تتطور الشروخ منطلقة غالباً من حفر صغيرة (شكل 40) .

4.2.2.2.2. - الميكروسكوب الالكترونى

تكون علامات الكسر عبر الحبيبات وأحياناً حولها وفى أحيان أخرى تظهر علامات الاهتزازات (خطوط الكسر بالكلال Shore Marks) (شكل 38) وكذلك فى حالة غياب الاهتزازات لا يستبعد وجود التآكل فى الشرخ الناشىء عن الاهتزازات .

- ملاحظات : مثل 4.2.1.2.2.

4.2.2.3 - التحليل

إن التعرف على نواتج التآكل فى الشرخ ليقدم دليلاً أكيداً على وجود التآكل فى الشرخ الناشىء عن الاهتزازات .

4.2.2.4. - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

يمكن للمواد المعدنية أن تصاب بضرر تآكل الشرخ الناشىء عن الاهتزازات وذلك فى وجود وسيط مهاجم غير نوعى ، وتؤثر حالة المادة (سلبية - إيجابية Active - Passive) والمعاملة الحرارية على زمن الحضانة .

4.2.2.5 - تطور التلف

تنشأ إنباتات شروخ فى مواقع فردية فى الطبقات السلبية بواسطة التشكيل الموضعى وذلك فى التآكل الشقى الناشىء عن الاهتزازات وذلك فى الحالة السلبية .

4.2.2.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها .

يتم الفحص بالتحميل الاهتزازى (مثلا اختبار الانحناء الدوار Rotating bending) مع التأثير الوسيط المهاجم فى نفس الوقت .

4.2.2.7 - ملاحظات

تتوقف سرعة التآكل وشكله على التردد . فى حالات انخفاض تردد الحمل ومقدار الجهد يغلب تأثير التآكل ، أما فى حالات ارتفاع تردد الحمل ومقدار الجهد فيغلب التأثير الميكانيكى .

ويمكن القول على سبيل المقاومة أن الشروخ المملوءة بنواتج التآكل تشير إلى انخفاض تردد الحمل، أما الكسر المشابه فى شكله لكسر الكلال فيدل على ارتفاع تردد الحمل .

يصعب فى كثير من الأحيان التفرقة بين تآكل شرخ الاهتزازات وتآكل شرخ الإجهادات .

ويمكن الخلط فى حالة خطوط الاهتزازات بين تطور الشرخ بصورة متقطعة فى حالة التآكل بشرخ الإجهاد وبين الأشكال الخاصة للبنية وذلك بسبب الانزلاق المتدرج فى ظروف خاصة .

4.2.2. - التآكل الشقى الاهتزازى

إن حدود حدوث التآكل الشقى الاهتزازى للاهتزازات ذات الترددات المنخفضة لهى تلك ذات الإجهادات المسببة للتآكل (شكل 41) . ويستدل عليها بتناوب بين حالات التشغيل والبطالة والتآكل بالأكسوجين فى حالة البطالة (شكل 42) . ولا يجوز إستخدام تسمية التآكل بالكلال أو الكلال بالتآكل بعد الآن .

4.2.3. - التآكل الناشىء عن الهيدروجين

- التآكل الشقى الإجهادى الناشىء عن الهيدروجين المتولد من الالكتروليت

(أشكال 43, 44, 45, 46, 47, 48)

4.2.3.1 - الفحص الماكروسكوبى

تكون أسطح الانفصال غالباً ملساء ذات بريق معدنى ، ليس من الضرورى أن تتواجد مخلفات المواد (التآكل) .

أنواع الصلب الطرى : توجد فقاعات سطحية و / أو شروخ ملساء نادراً ما تكون متفرعة (شكل 43) كسر هش (قصيف) عديم التشكيل .

أنواع الصلب عالية المقاومة : كسر هش عديم التشكيل تقريباً تحدث الشروخ فى المناطق المعرضة لإجهادات شد ، يسرى الشرخ عمودياً على اتجاه الجهد الرئيسى العمودى .

4.2.3.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.2.3.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تكون الشروخ الداخلية فى الغالب عبر البللورات ، ومع زيادة مقاومة الصلب للإجهادات تكون الشروخ ، كذلك بين البللورات تبلغ فى سريانها إلى السطح الخارجى (شكل 46 حتى 48) .

4.2.3.2.2. - الميكروسكوب الالكترونى

كسر عبر البللورات بشكل يشبه الريش (شكل 44) ويكون الكسر بين البللورات مع تزايد مقاومة الصلب للإجهادات وأحيانا مع خطوط شعرية على سطح الحبيبات (شكل 45)

4.2.3.3. - التحليـــل

التعرف على المواد المحفزة مثلا كبريتيد Sulfide ، سلينيد Selenide ، الزرنيخيد Arsenide ، فوسفيد Phosphide ، سيانيد Cyanide .

4.2.3.4. - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

الأوساط المذيبة : الأحماض والأحماض المخففة ، فى حالات نادرة (مثل الصلب المقاوم للإجهادات المرتفعة بالاستقطاب الكاثودى) وكذلك من حالة الأوساط المهاجمة المتعادلة إلى القلوية فى وجود معزز المادة الحفازة (مثل مركبات عناصر الكبريت - سلين - تلور - الفسفور - الزرنيخ - الأنتيمون فى أوساط قلوية وكذلك السيانيد) .

إن من الضرورى لحدوث التآكل أن توجد إجهادات شد فى مستوى حد الخضوع بكثير ، وأن التعرض لحدوث التآكل فى الصلب ليصل إلى أقصى قيمة له عند درجة حرارة الغرفة .

4.2.3.5 - تطور التلف

يتغير طول زمن الحضانة (الزمن المستغرق حتى ظهور الشروخ الأولى (من ثوان إلى سنوات) . تكون سرعة تطور الشروخ فائقة .

4.2.3.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها

يجرى فى العينات المشكلة تشكيلا معينا ثابتاً تحت حمل ثابت أو معدل انفعال ثابت فى محلول الكتروليتى ، فى غالب الأحيان فى وجود كبريتيد الأيدروجين كحافز ، ويحدد الزمن حتى حدوث الكسر أو تحديد الحمل الأقصى الذى دونه لا يحدث تآكل بالشرخ الإجهادى .

4.2.3.7 - ملاحظات

يمكن فى الحالات الفردية عمل قياسات للإجهادات الداخلية مثل استخدام طريقة الأشعة السينية لإيضاح أسباب التلف . توجد خطورة خاصة فى حالات الصلب اللاسبائكى عالى المقاومة بحد خضوع يفوّق $700 N/mm^2$ (تتوقف هذه القيمة على حالة البنية) . وتقل هذه الخطورة فى حالة الصلب الأوستنيتى كروم - نيكل . ويرمز إلى هذا التلف بالقصافة الهيدروجينية وتآكل شرخى إجهادى من تولد الهيدروجين وتآكل إجهادى كاثودى .

4.2.3.2 - التآكل الناشىء عن ضغط الهيدروجين دون درجة حرارة (200°C)

4.2.3.2.1 - الفحص الماكروسكوبى

شروخ تكون غير متفرعة فى الغالب وبدون تآكل سطحى منتظم . وتحدث هذه الشروخ فى المناطق التى بها تشكيل لدن ويتوقف مقدارها على مدى تخطى القيم الحرجة المتعلقة بالمادة (المعدن) أو فى المناطق التى تتعرض لجهد متغير بتردد منخفض .

4.2.3.2.2. - الفحص الماكروسكوبى

4.2.3.2.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

تكون الشروخ الداخلية فى الغالب عبر البللورات ومع زيادة مقاومة الصلب للاجهادات ، تكون الشروخ كذلك بين البللورات قرب السطح الخارجى ، ويمكن أن تسرى إلى السطح .

4.2.3.2.2..2 - الميكروسكوب الالكترونى

كسر عبر البللورات ويكون الكسر بين البللورات مع تزايد زيادة مقاومة الصلب للإجهادات .

4.2.3.2.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

وجود هيدروجين تحت ضغط (الضغط الجزئى للهيدروجين > 0,1 بار) ، وأن وجود قدر ضئيل من الأكسوجين تعطى تأثيراً موقفا للتطور . وأن التعرض لحدوث التآكل فى الصلب ليصل إلى اقصى قيمة له عند درجة حرارة الغرفة .

4.2.3.2.5 - تطور التلف

لا يوجد زمن حضانة فى حالة جهد الشد الصاق أما فى حالة الجهد المتقلب (المتبدل) فإن زمن الحضانة قد يصل إلى عدة سنوات ، وتكون سرعة تطور الشروخ فائقة بعد تولد الشروخ الأولى .

4.2.3.2.6 - متابعة تطور التلف عن طريق المشابهة أو بدونها .

تجرى اختبارات الشد بمعدل ثابت للانفعال على عينات ملساء أو بها حزوز أو على عينات كسر ميكانيكى مع وجود إجهادات متغيرة دورياً بترددات منخفضة فى وجود هيدروجين مضغوط . وتحدد حالة تكون الرقبة وانخفاض الانفعال (يراقب ظهور الشروخ فى منطقة الرقبة) أو ازدياد سرعة الشرخ (فى عينات الكسر الميكانيكى والمجهدة دورياً) وتقارن النتائج بعينات أخرى مناظرة فى الهواء .

4.2.3.3 - التآكل الناشىء عن ضغط الهيدروجين فوق درجة حرارة 200°C (شكلى 49,50)

4.2.3.3.1 - الفحص الماكروسكوبى

فى كثير من الأحيان توجد شروخ من اتجاه مستعرض بالنسبة للجهد الرئيسى العمودى ، وأحيانا يكون الكسر مشكل بعنف .

4.2.3.3.2 - الفحص الميكروسكوبى

4.2.3.3.2.1 - الميكروسكوب الضوئى

كثيراً ماتوجد مناطق بها نقص كربونى (شكل 49) يوجد فقاعات فى داخل المعدن مع انفصالات على حدود الحبيبات (شكل 50) وتغلب الشروخ الموجودة بين البللورات .

4.2.3.3.2.2 - الميكروسكوب الالكترونى

إنفصال فى المعدن عبر البللورات

4.2.3.3.3 - التحليل

يمكن التعرف على نقص الكربون بتعيين نسبة الكربون

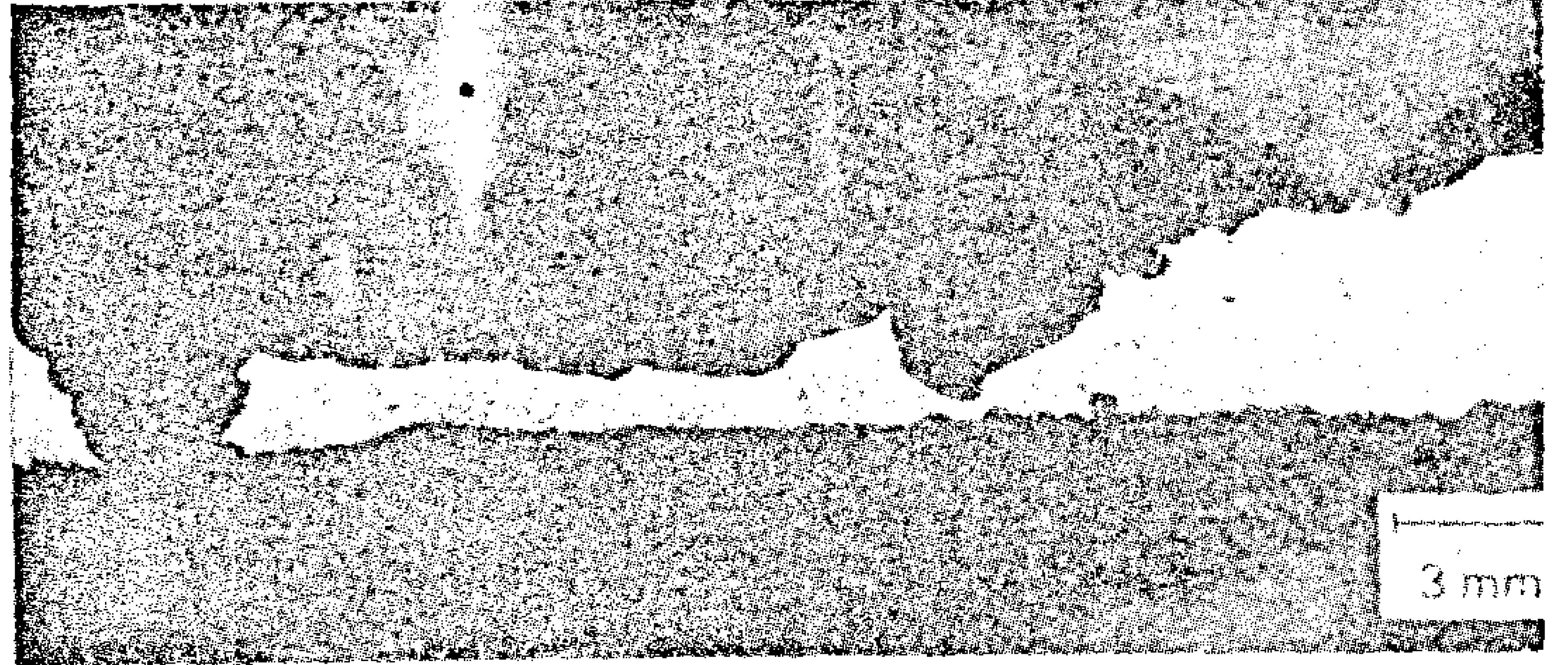
4.2.3.3.4 - احتمالات أسباب التلف والإجهادات

تفاعل كربون السمنتايت مع الهيدروجين المضغوط مع تكوين ميثان

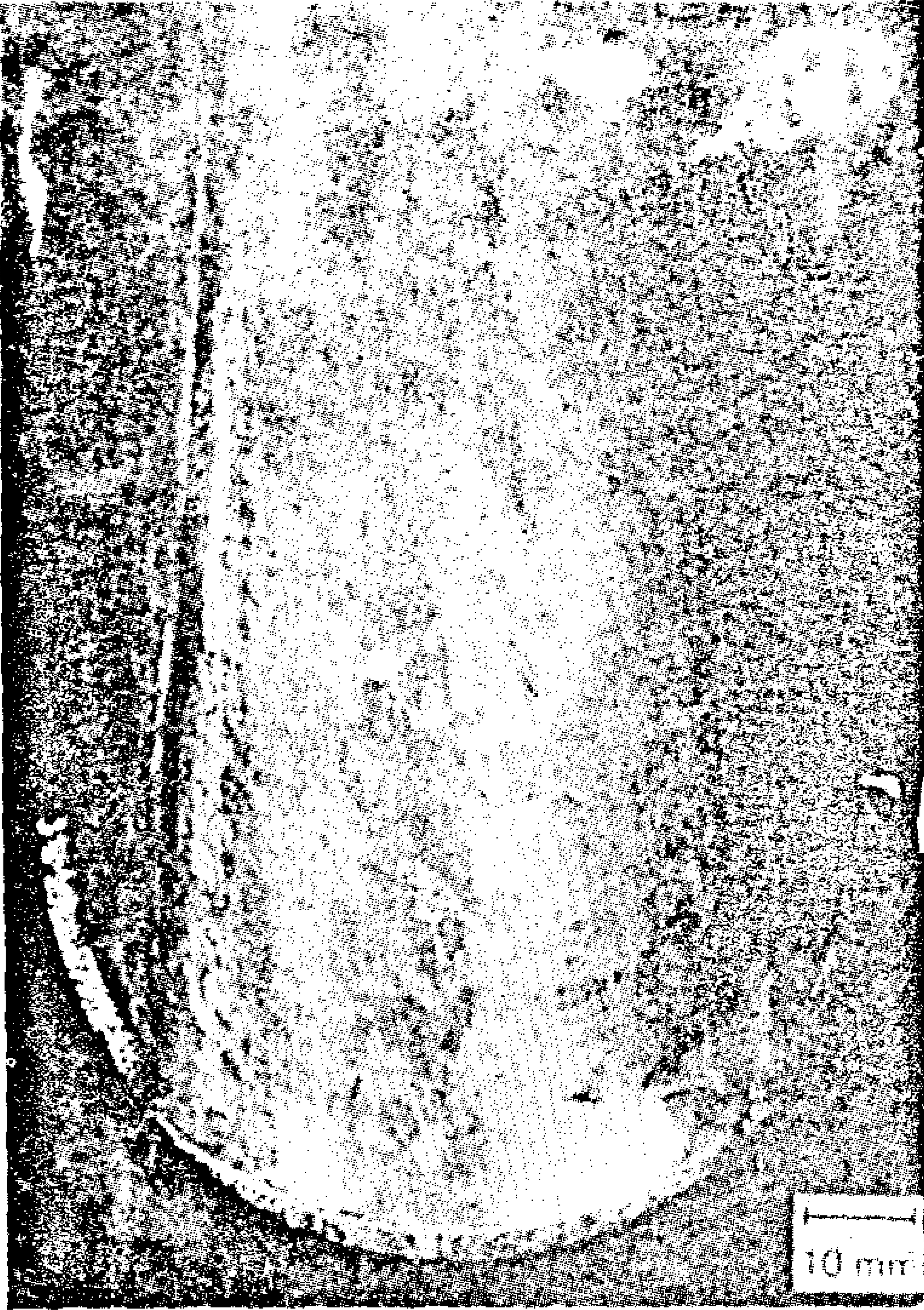
4.2.3.3.5 - نقص كربونى - انخفاض فى مقاومة الإجهادات والتخلص من الإجهادات الداخلية (يتوقف ذلك على درجة الحرارة وعلى الضغط الجزئى للهيدروجين) .

4.2.3.3.7 - ملاحظـــات

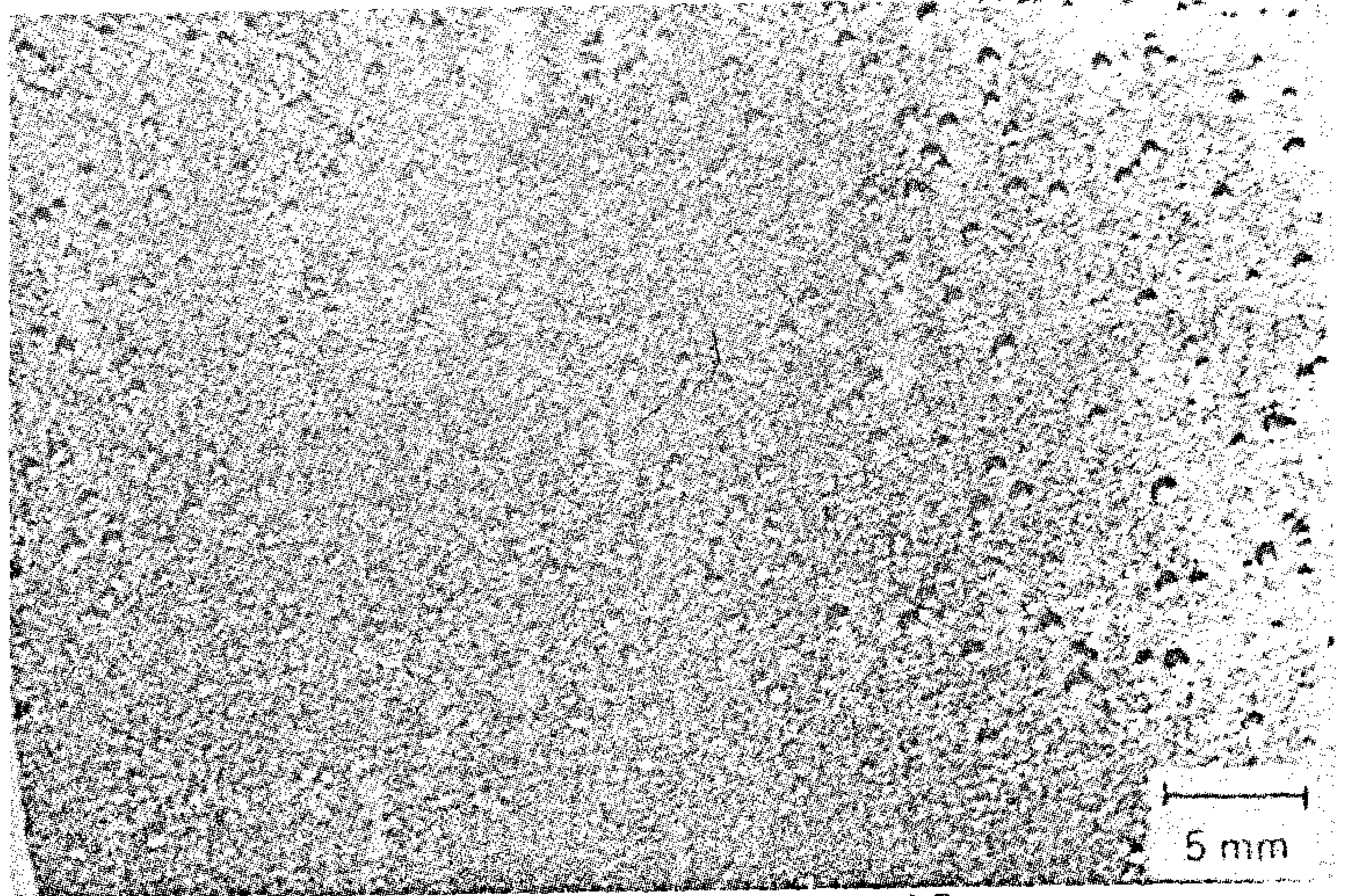
يمكن توصيف الصلب حسب الهيدروجين بواسطة مخطط نلسون Nelson Diagram



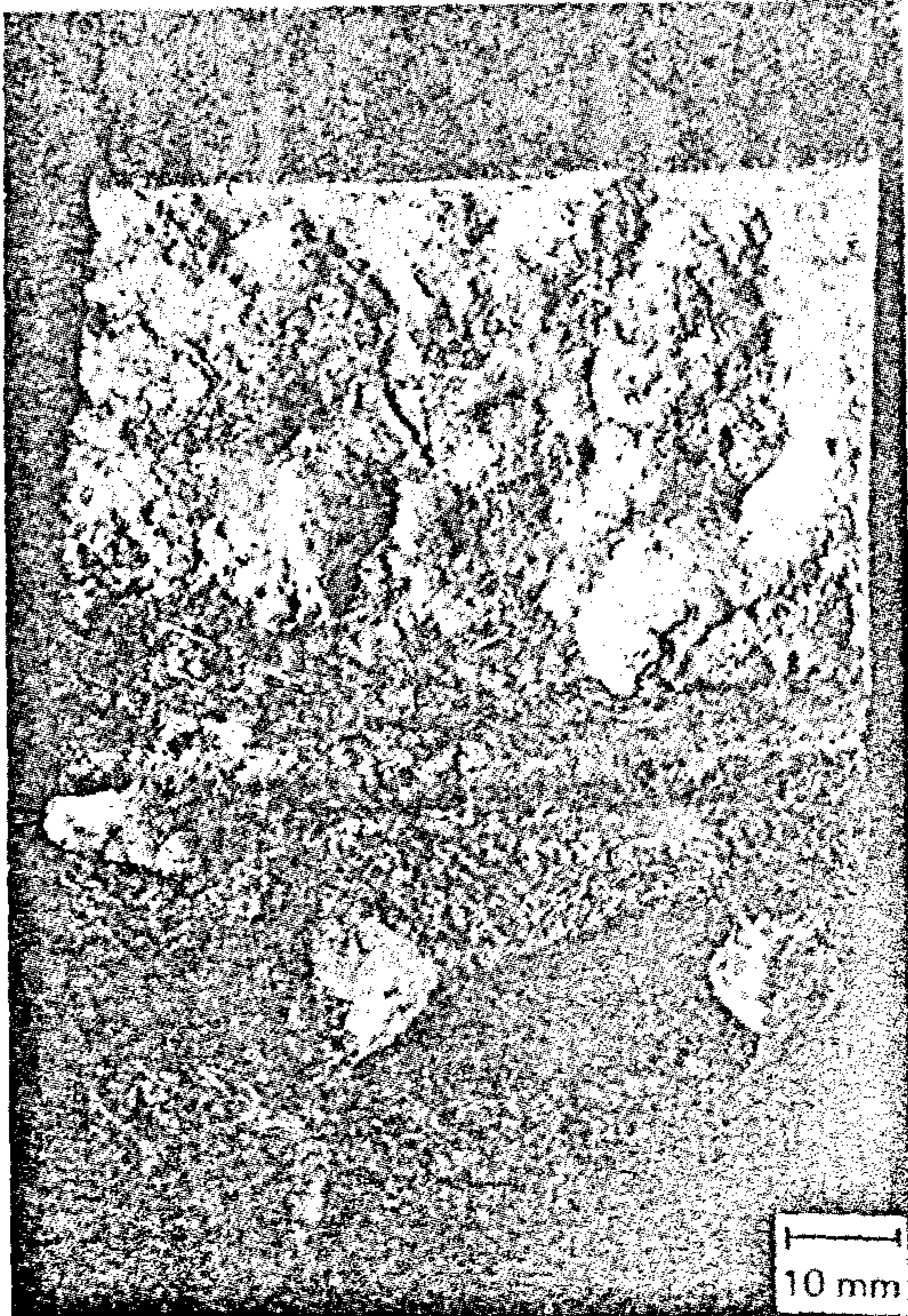
شكل ٣ - تآكل حوضى فى أنبوب مصنوع من صلب لا سبائكى .



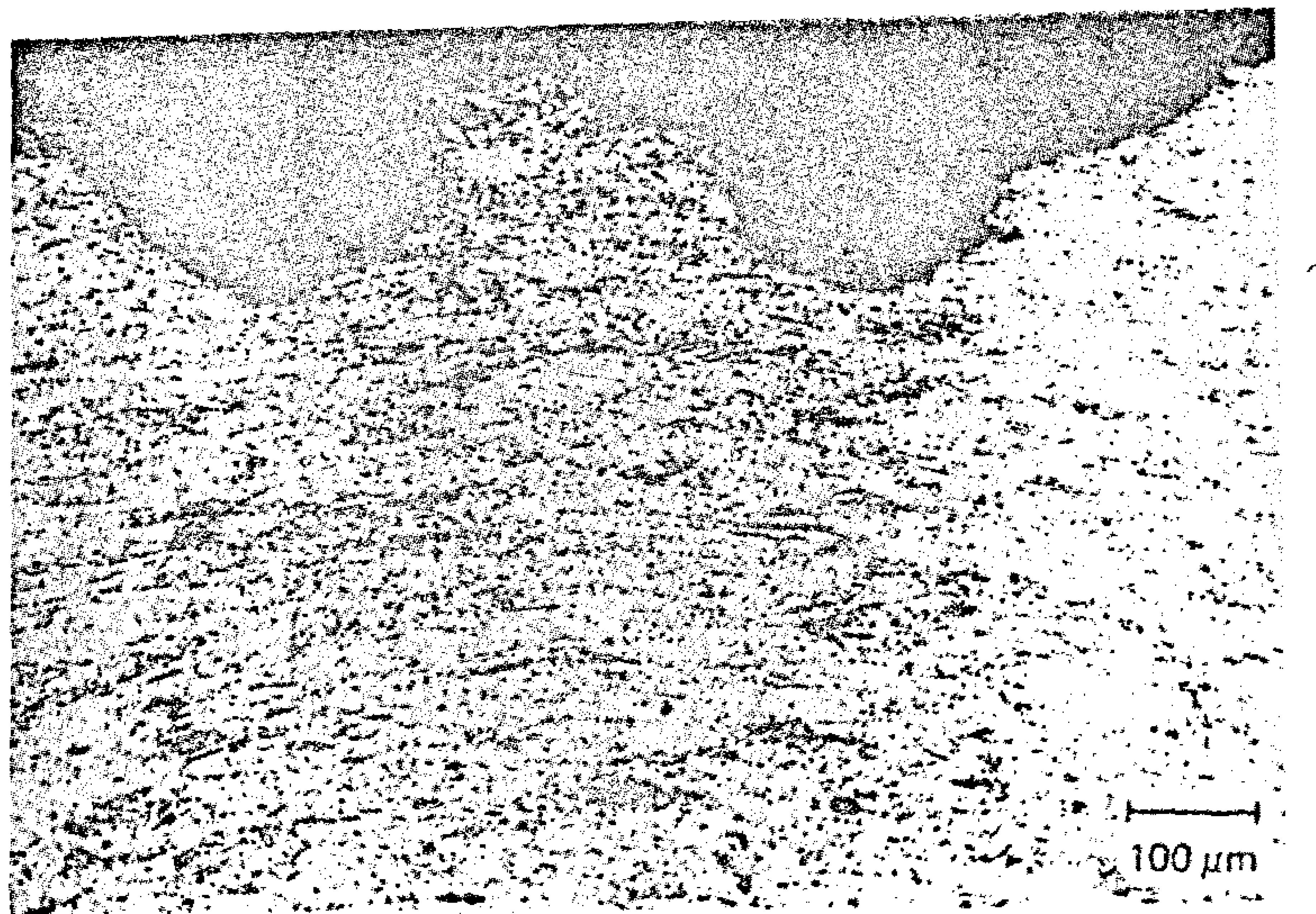
شكل ١ - تآكل سطحى منتظم فى وصلة تكثيف مملوءة جزئيا ومصنوعة من صلب سبائكى



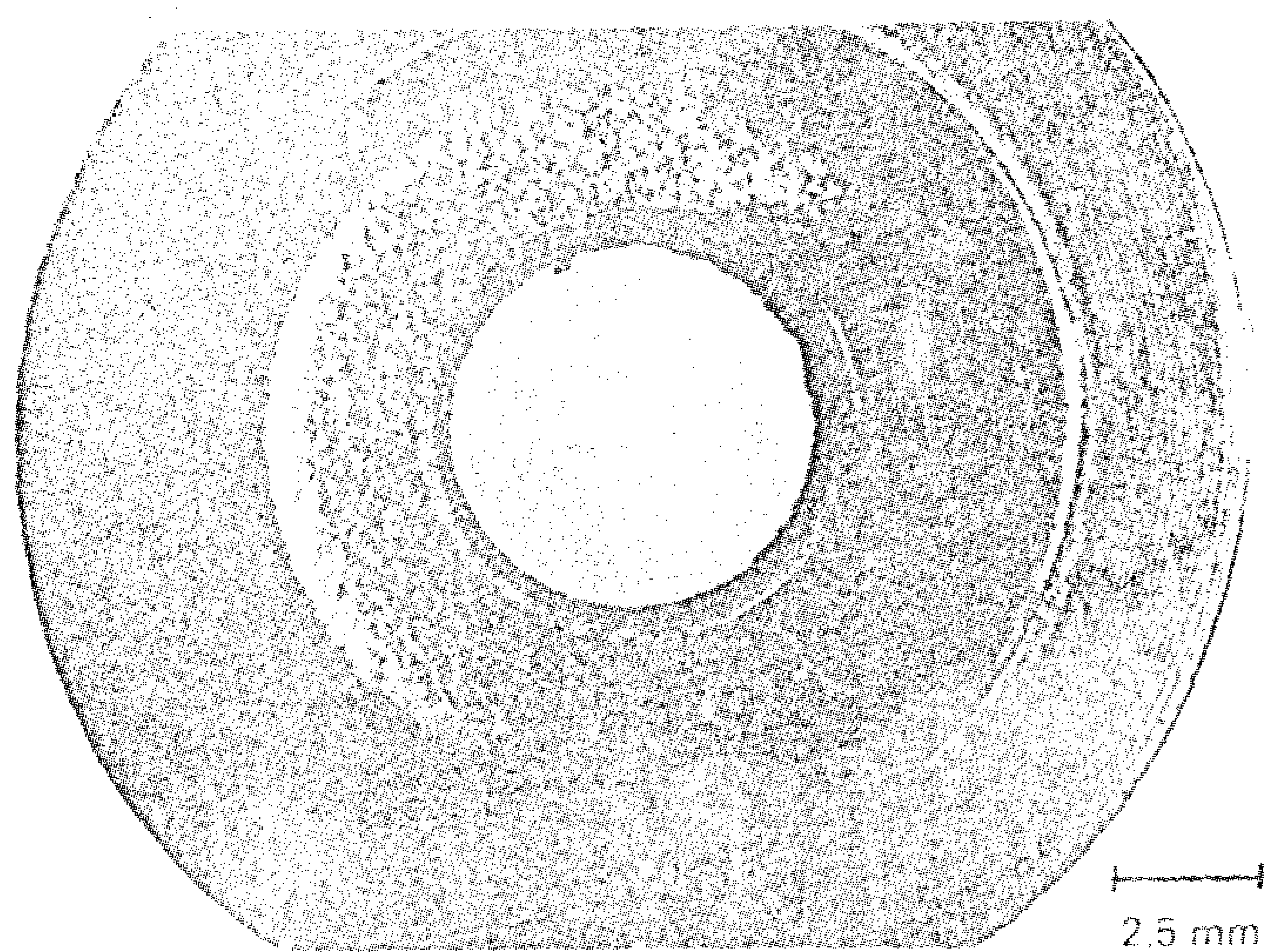
شكل ٤ - تآكل ثقبى فى لوح معدنى من صلب أوستنيتى كروم - نيكل - موليبدينم



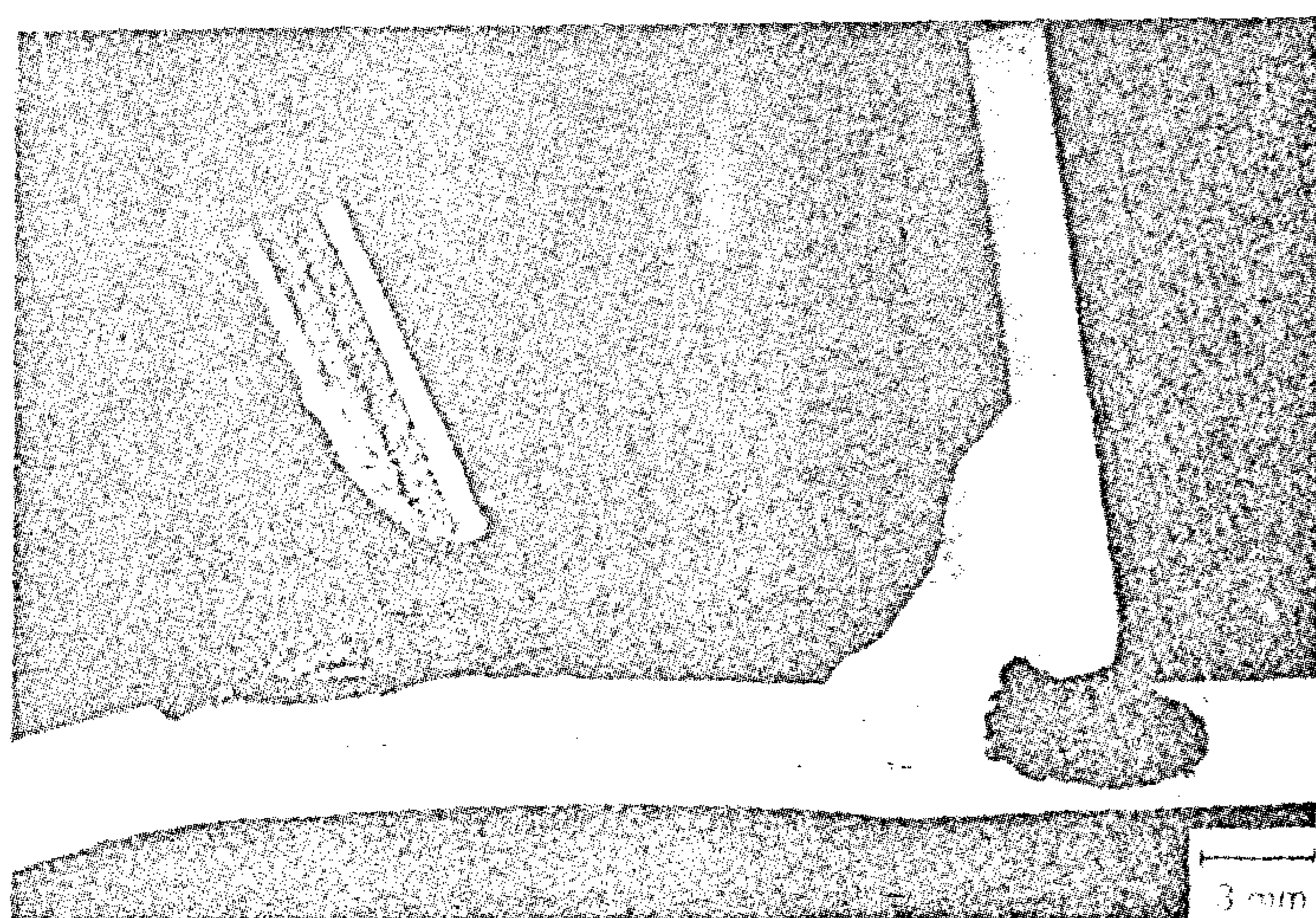
شكل ٢ - تآكل حوضى بسبب انتزاع كلوريد المغنسيوم فى غلاية مياه بانابيب لهب



شكل ٥ - تآكل ثقبى فى سلك من صلب أوستنيتى كروم - نيكل - موليبدينم



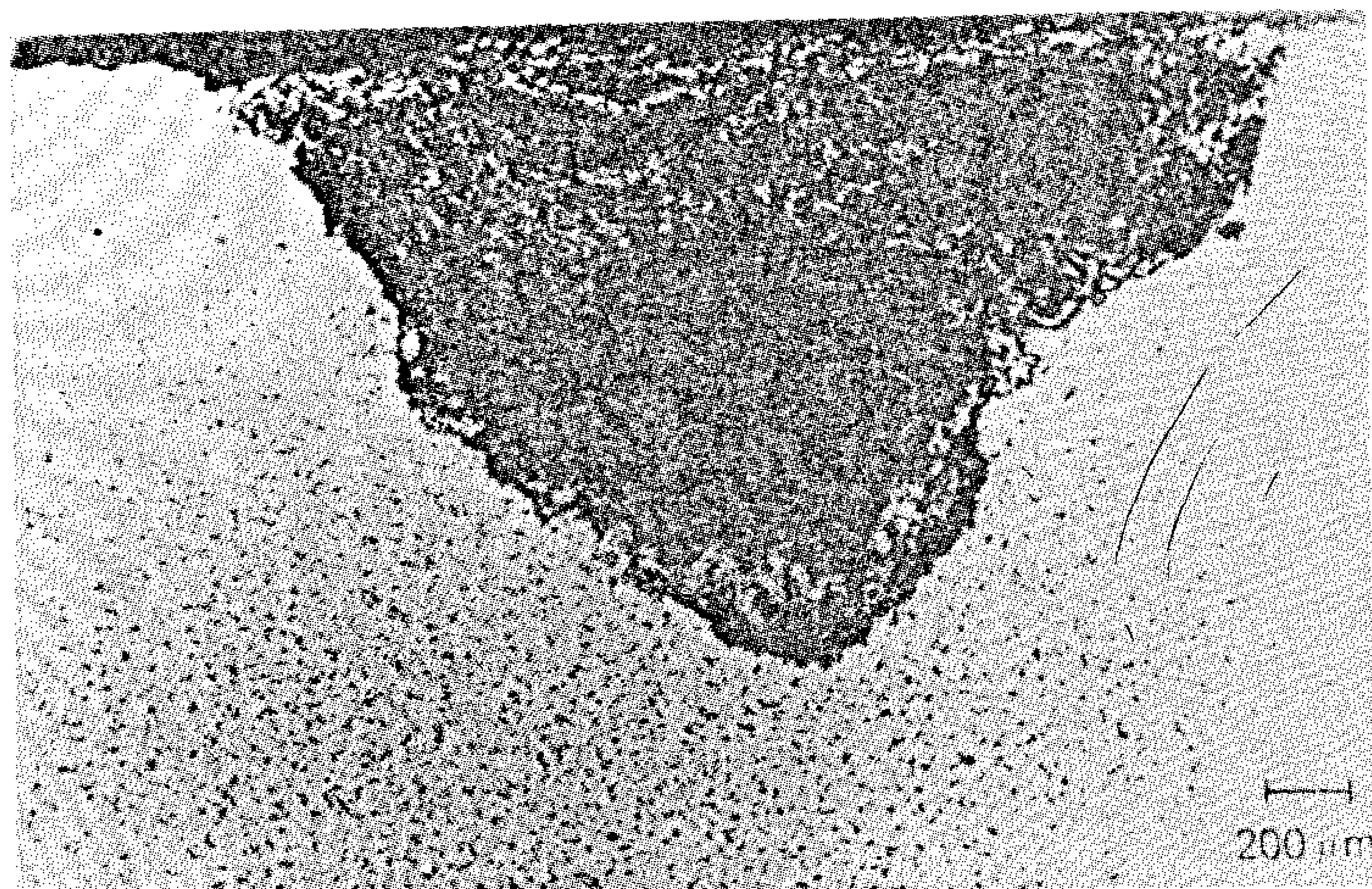
شكل ٦ - تآكل انشطارى فى سطح الاحكام لابرة صمام تحكم مصنوعة من التيتانيوم



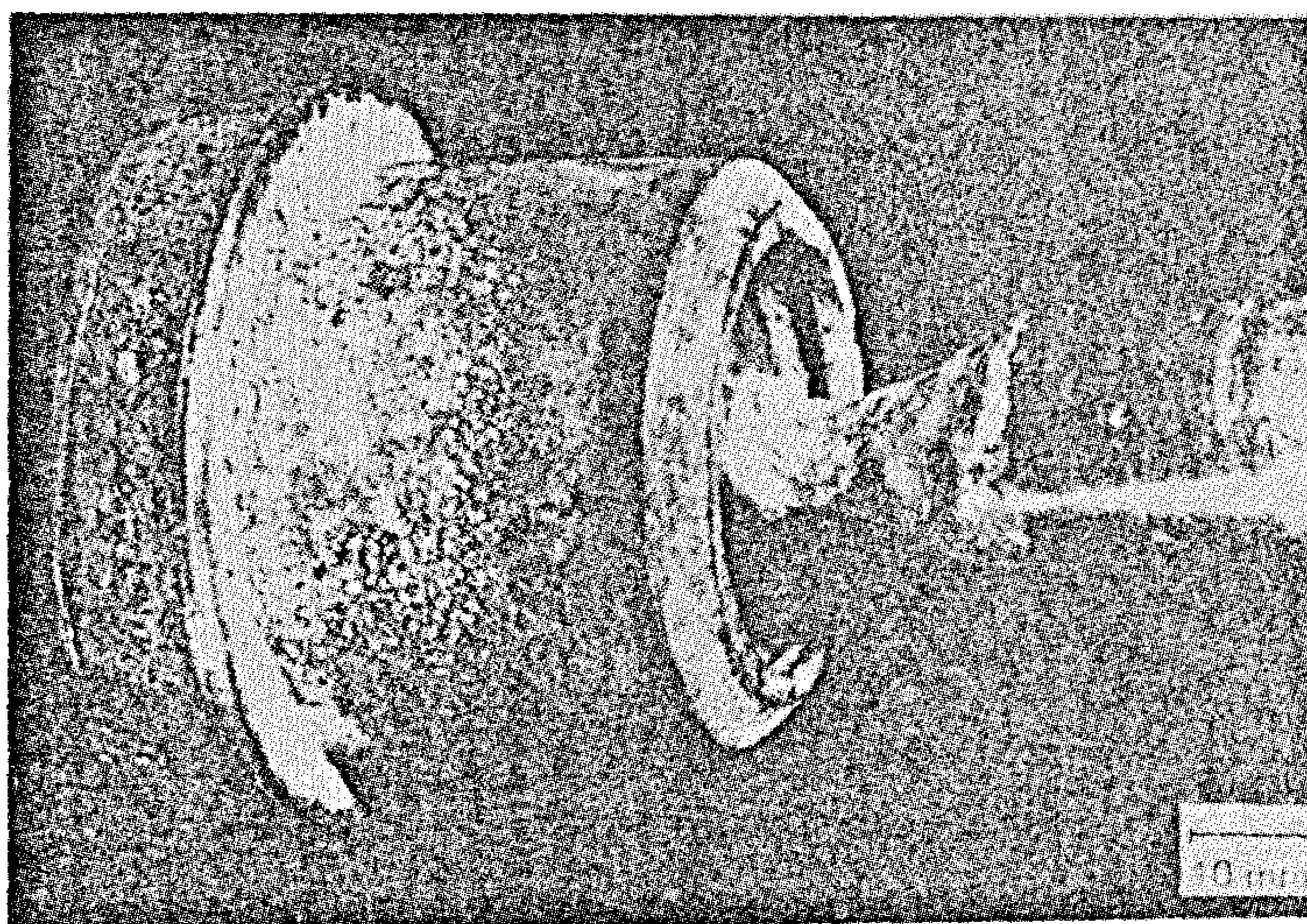
شكل ٧ - تآكل انشطارى فى صلب اوستنيتى نيكل - كروم - موليبد ينم



شكل ٨ - تآكل ناشىء عن اختلاف التهوية فى صلب لاسبانكى

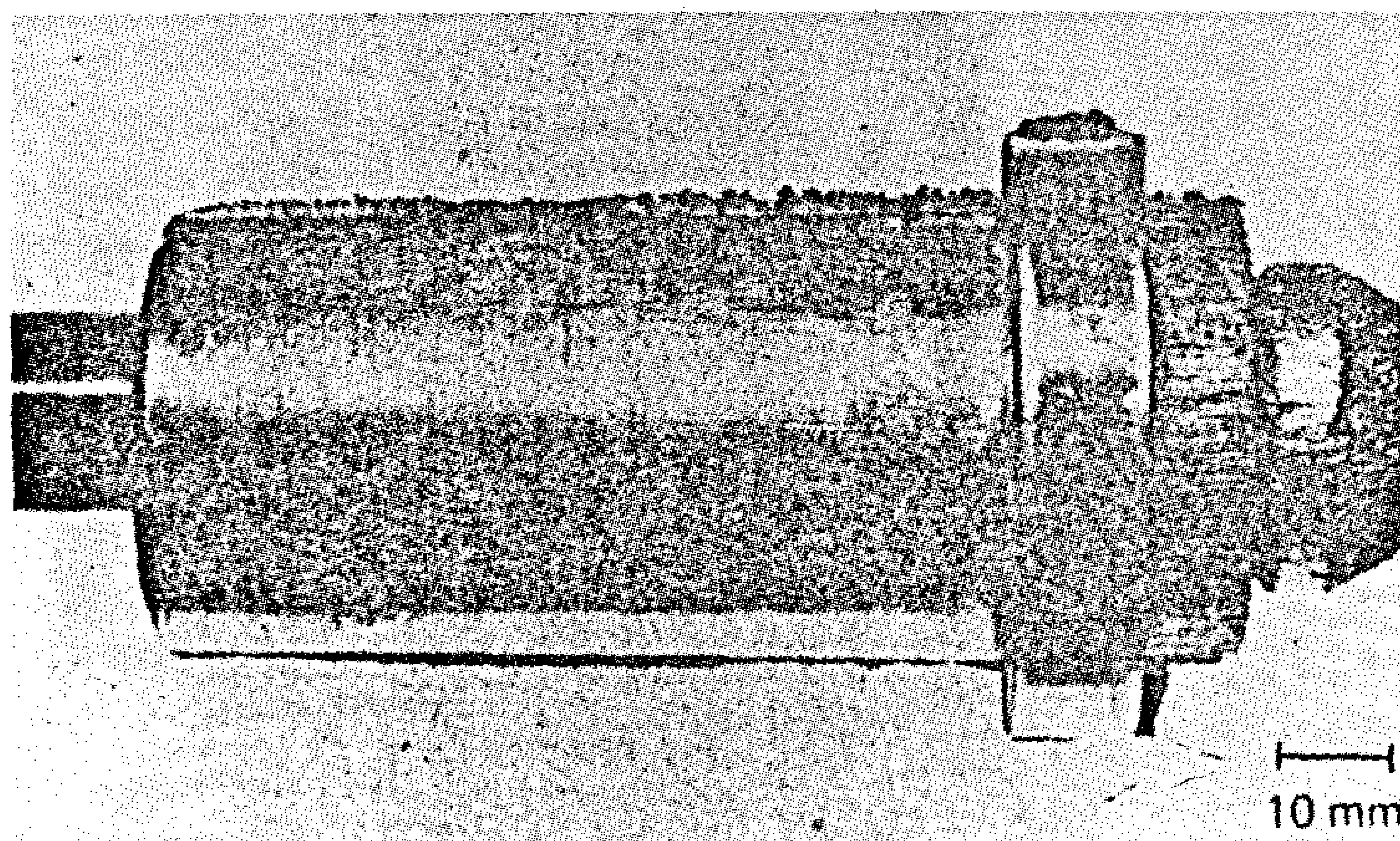


شكل ٩ - تآكل تهوية فى صلب لا سبائكى



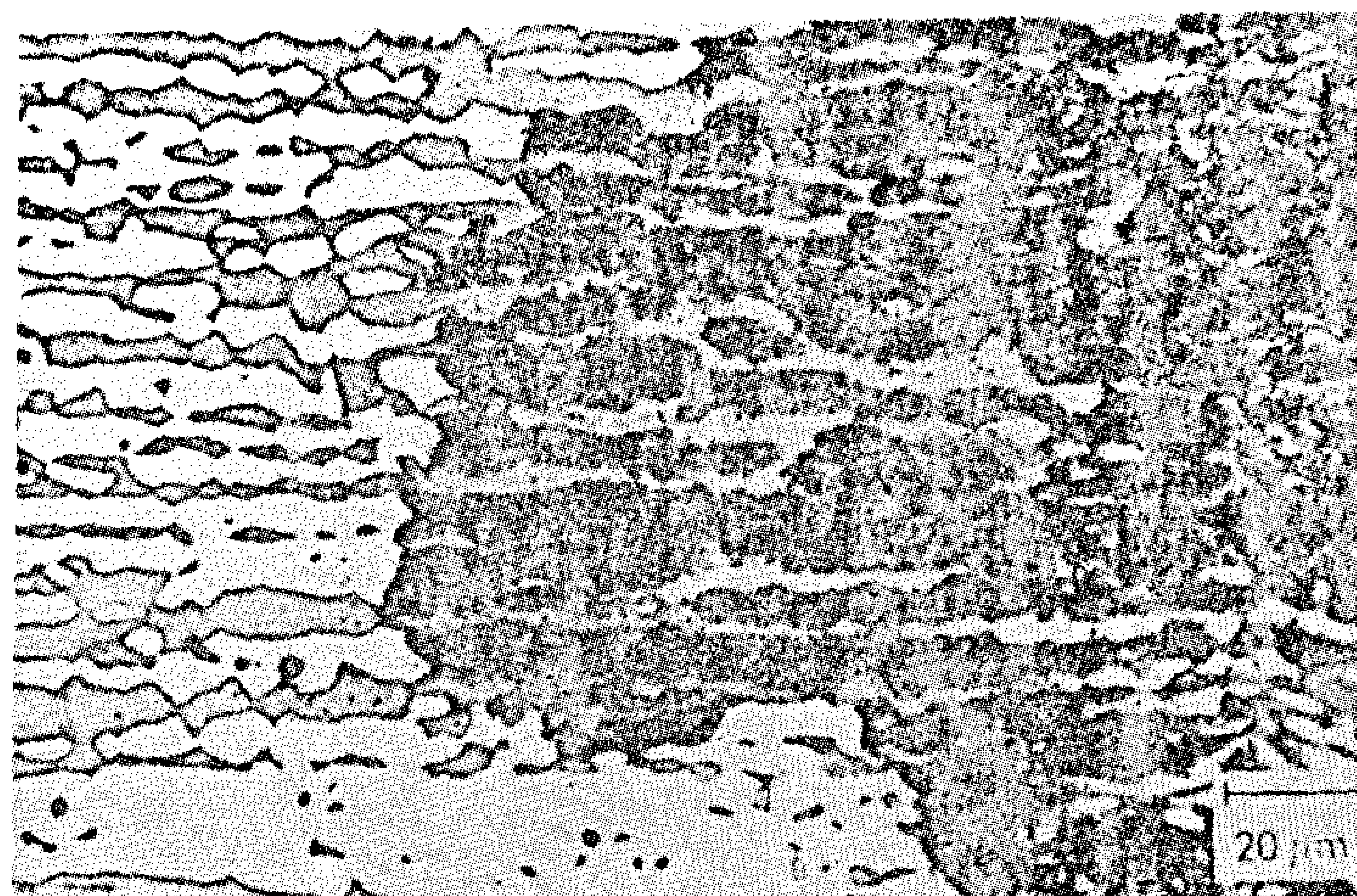
شكل ١٠ - تآكل تلامسى فى اجزاء صمام حاجز فى وصلة تكثيف - المواد المزوجة

صلب أوستنيتى كروم - نيكل (يسار) وصلب لا سبائكى (يمين)

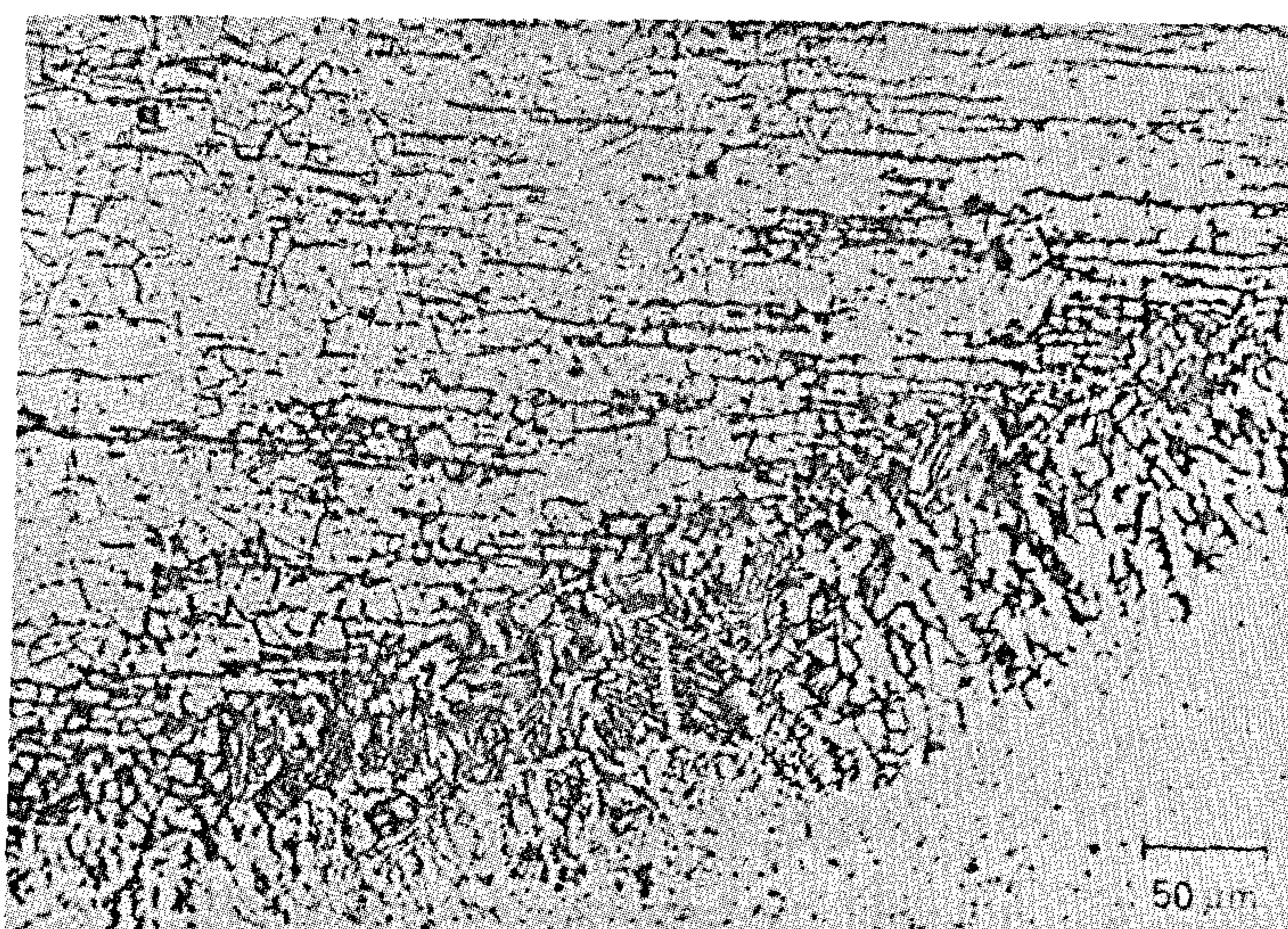


شكل ١١ - تآكل انتقائى ناشىء عن اختلاف التركيب Segregation اوستنيتى كروم

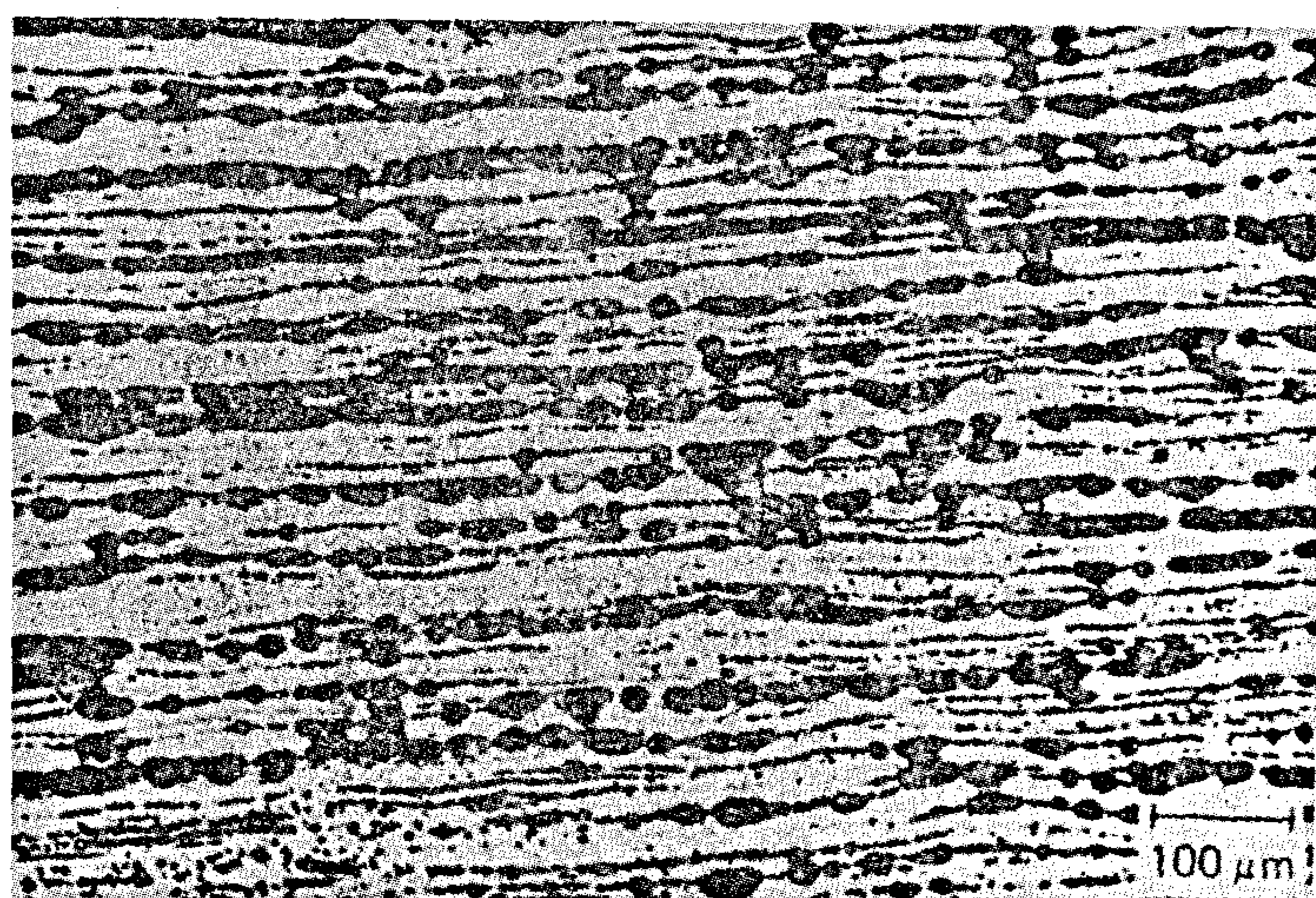
- نيكل - سيليكون



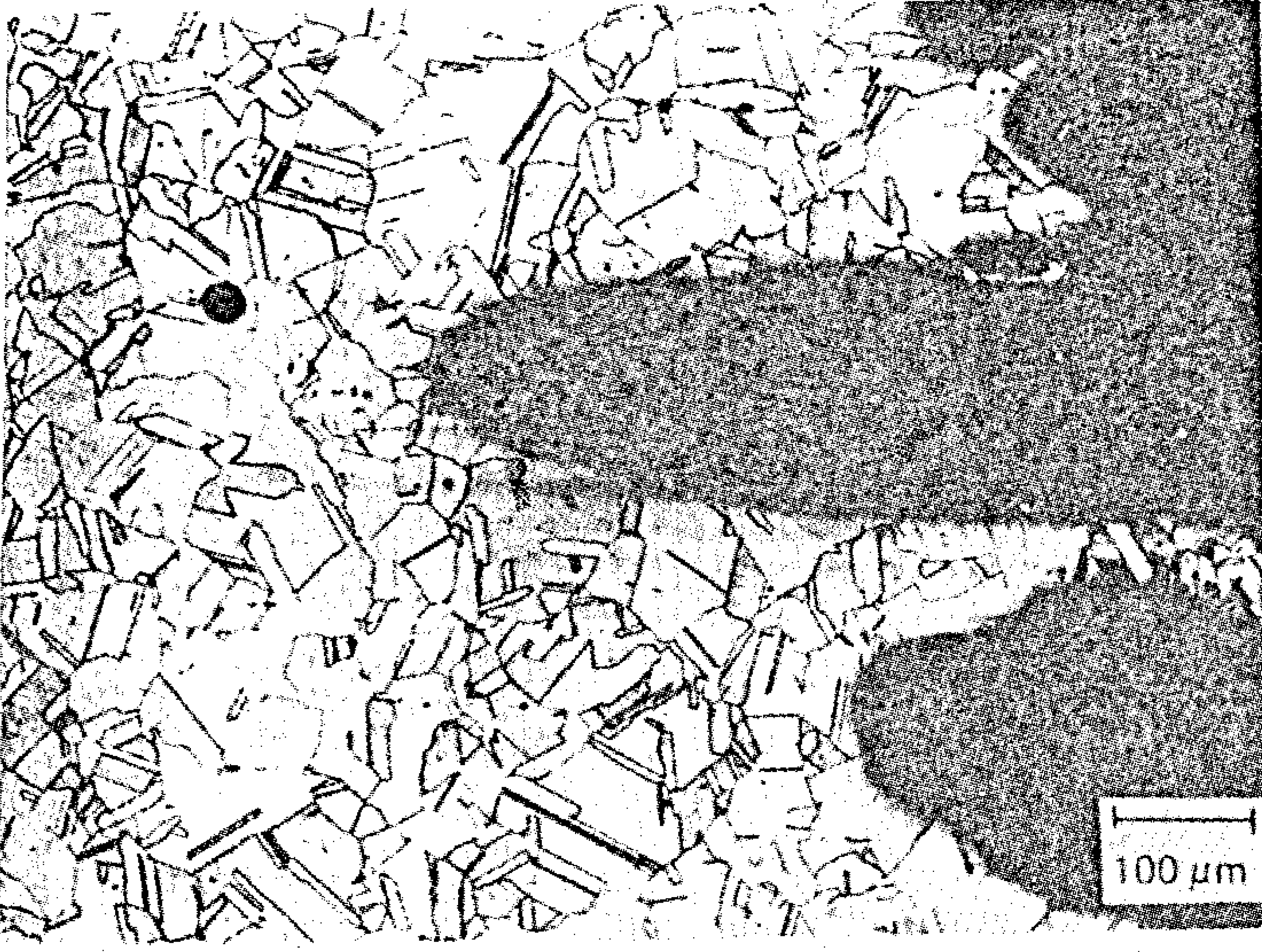
شكل ١٢ - تآكل انتقائى لصنف اوستنايت (البنية البيضاء) فى صلب اوستنيتى فريتى كروم . نيكل - موليبد ينم



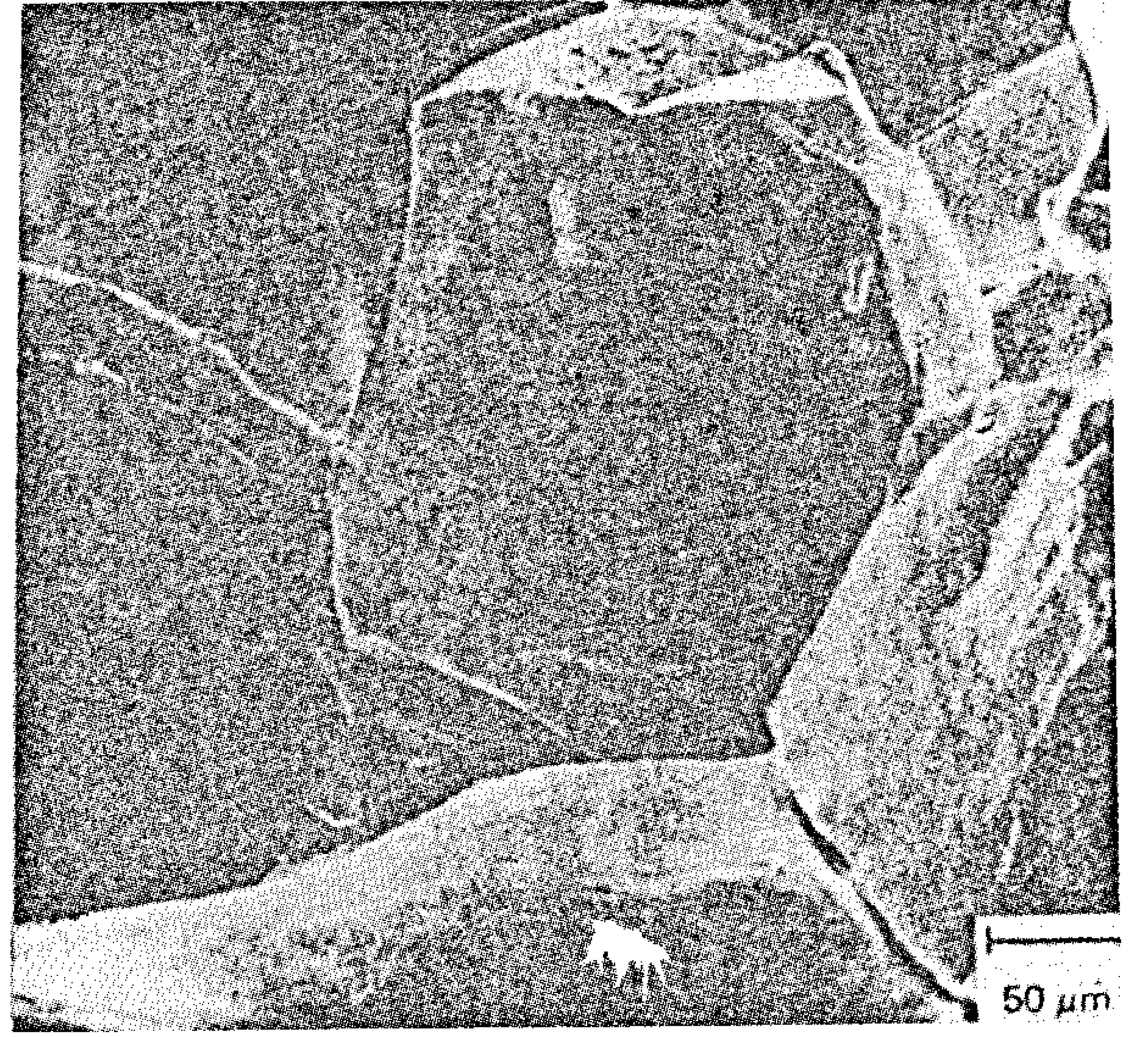
شكل ١٣ - تآكل انتقائى لتجمع δ فيرايت على حدود المنصهر (أسفل) وسطور δ فيرايت فى المعدن الأساسى base (اعلى) فى وصلة لحام لمواسير من صلب أوستنيتى كروم - نيكل



شكل ١٤ - تآكل انتقائى على طول خطوط التباين فى صلب أوستنيتى - كروم - نيكل موليبد ينم

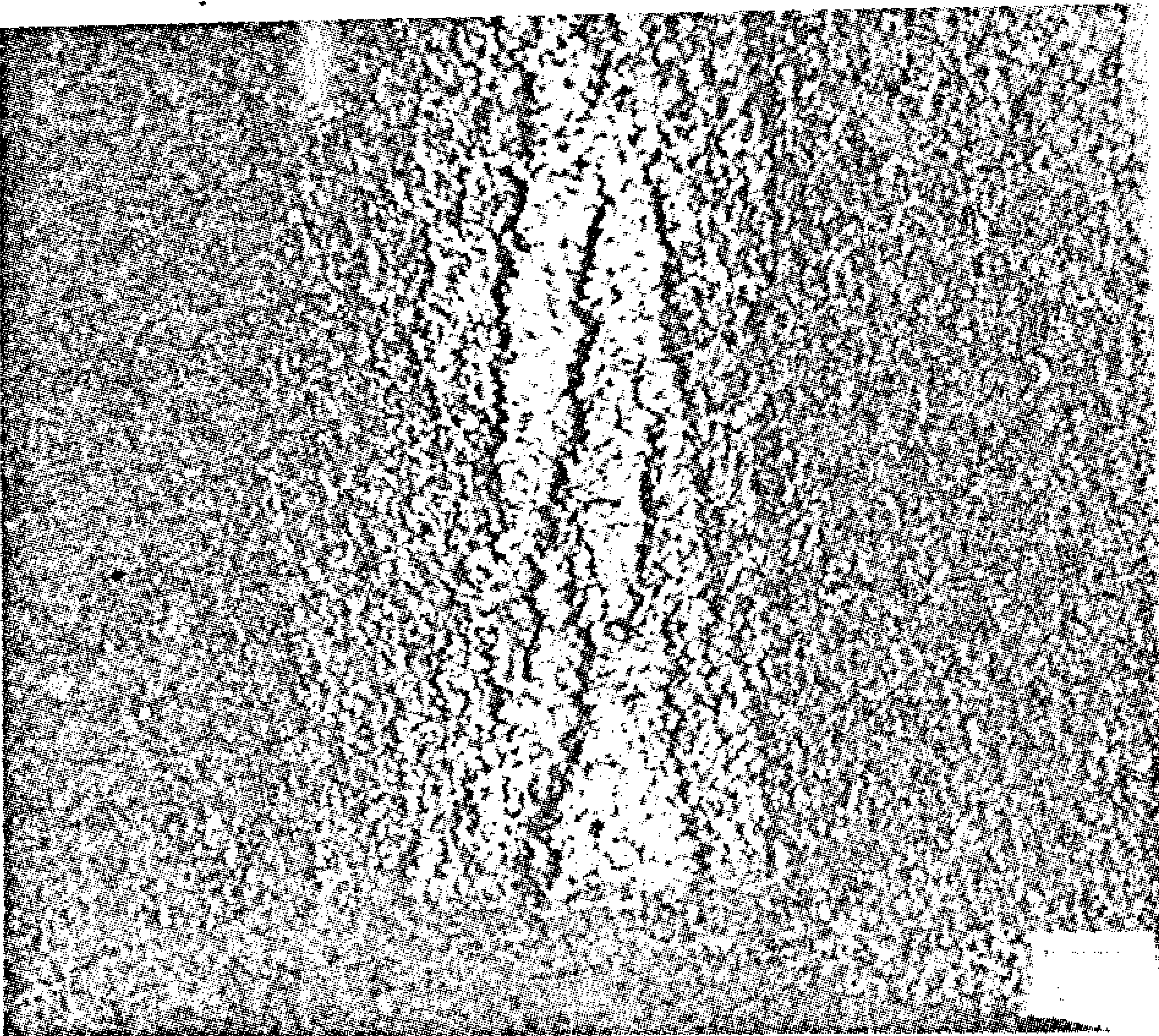


شكل ١٥ - تآكل انتقائى للتباين التركيبى فى صلب أوستنيتى - كروم - نيكل - سيليكون

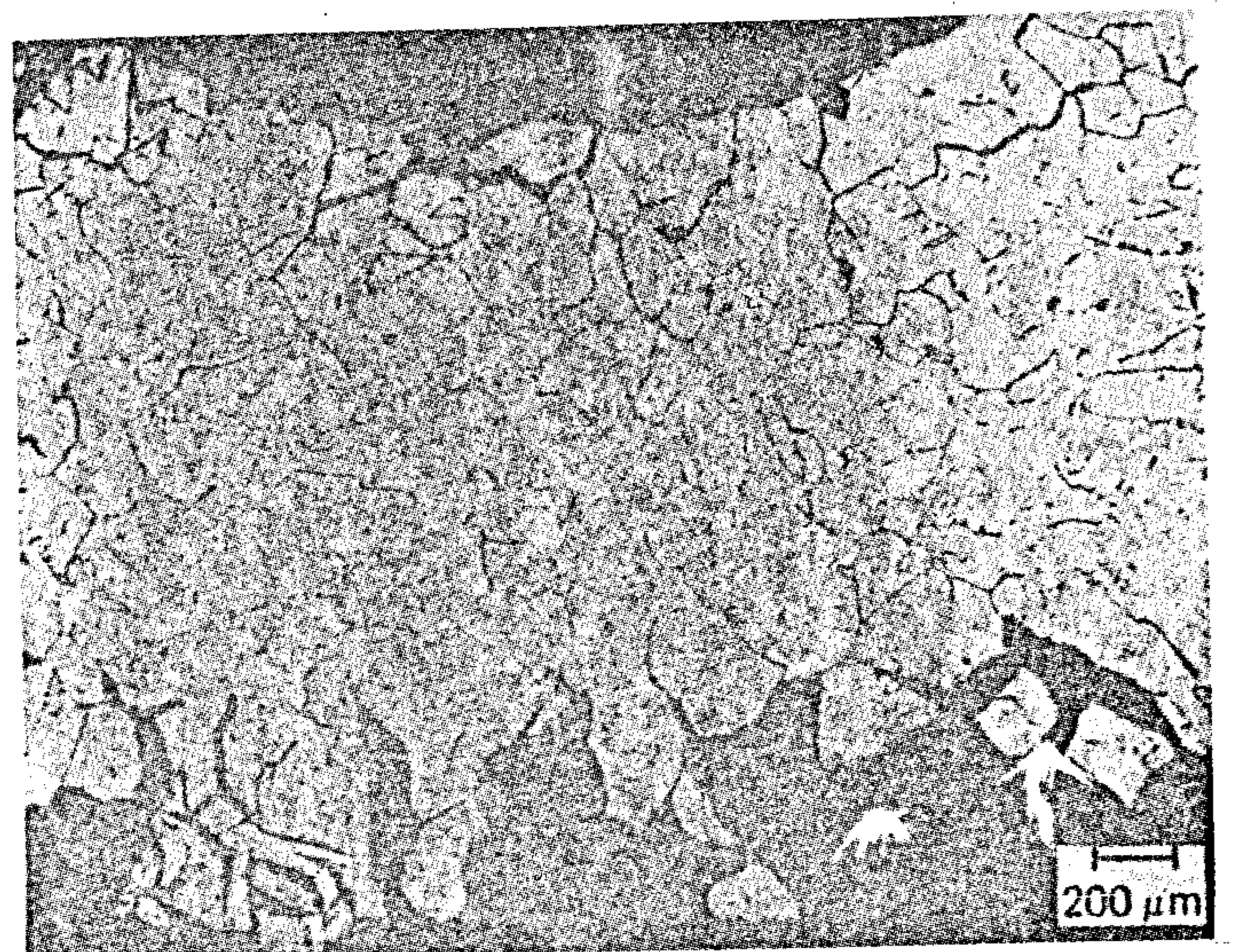


شكل ١٧ - تآكل داخل البللورات فى سبيكة نيكل مولبيد ينم كروم صورة ميكروسكوب ماسح SEM

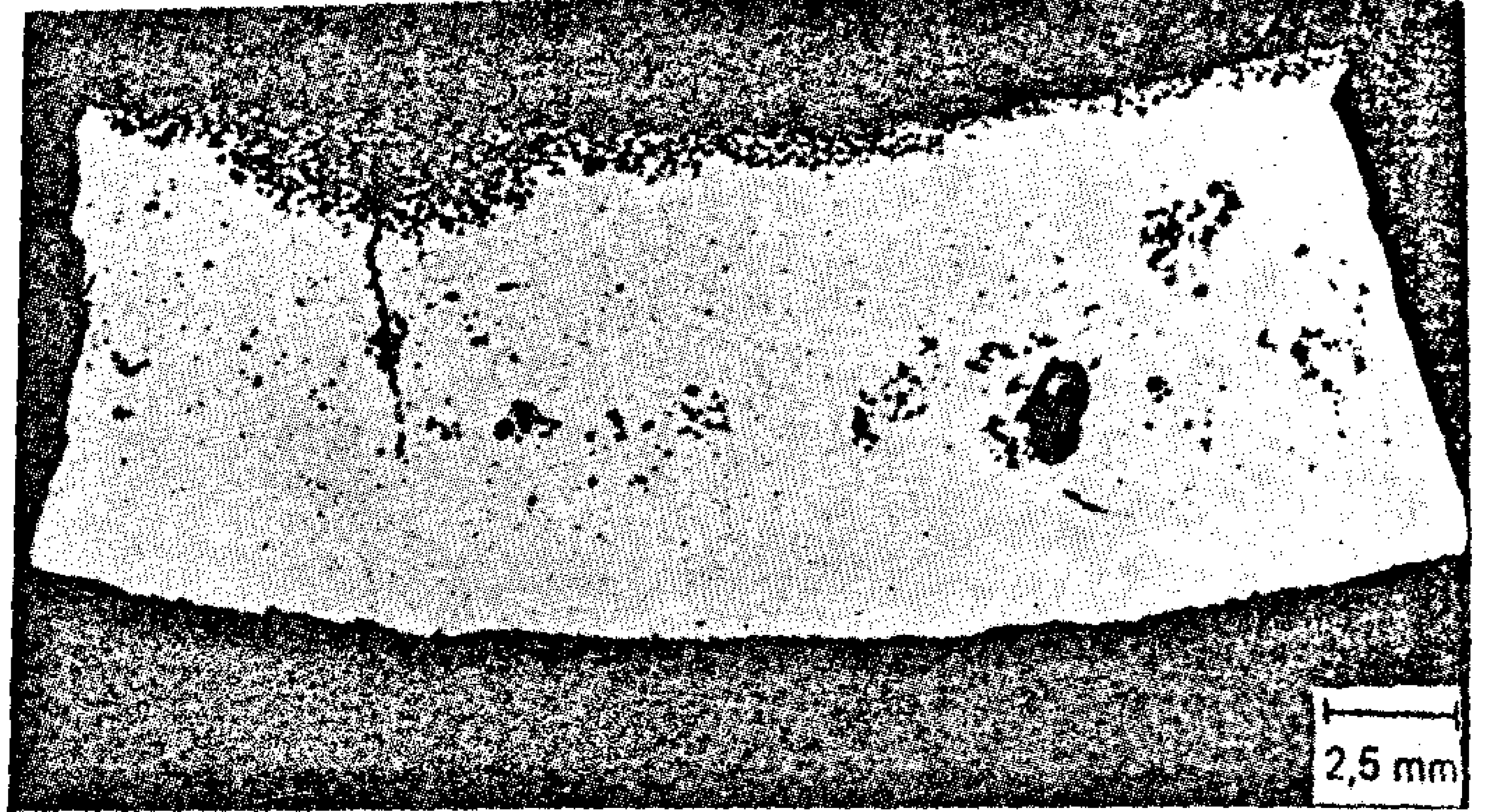
(اشكال 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42)



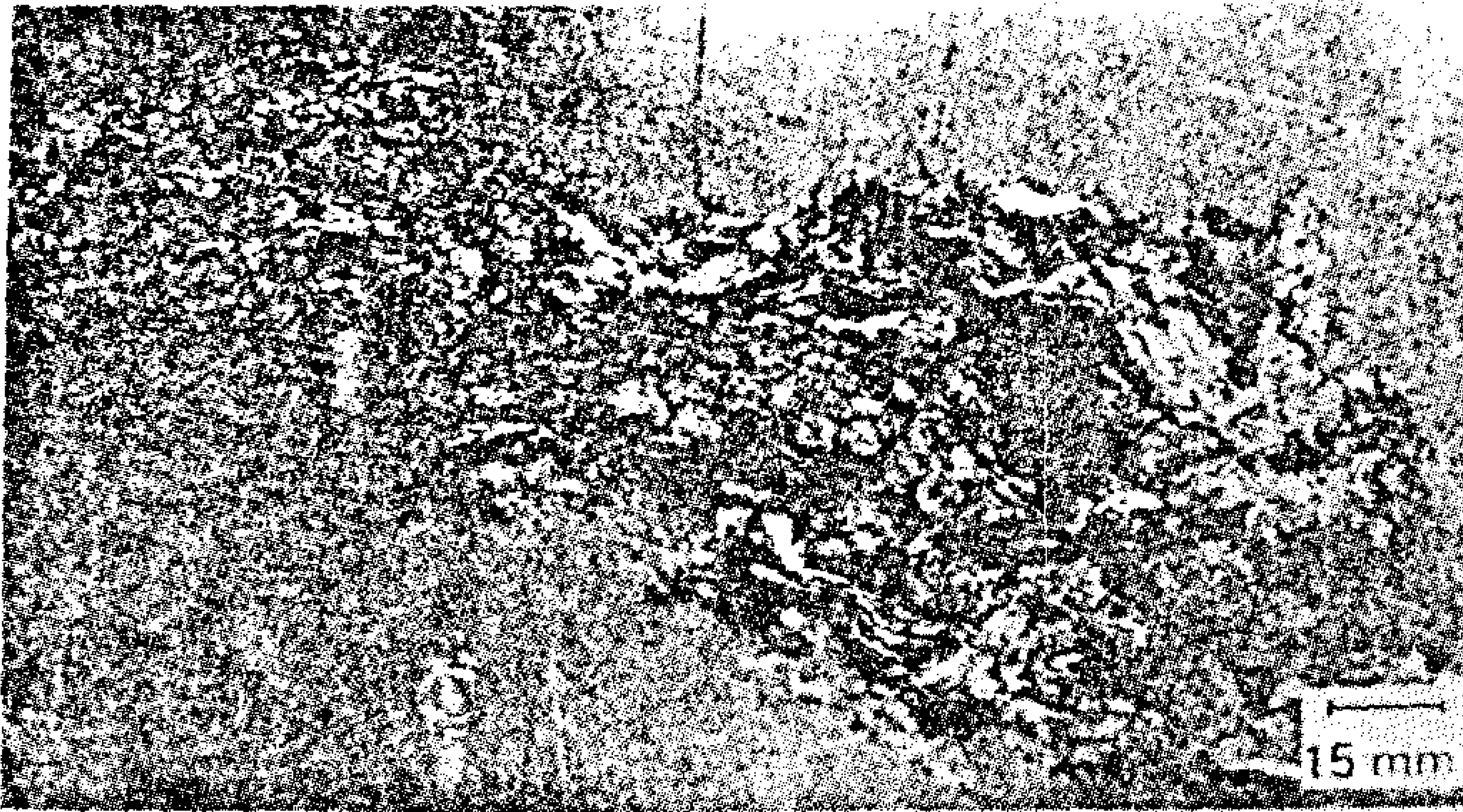
شكل ١٦ - تآكل داخل البللورات فى صلب أوستنيتى - كروم - نيكل



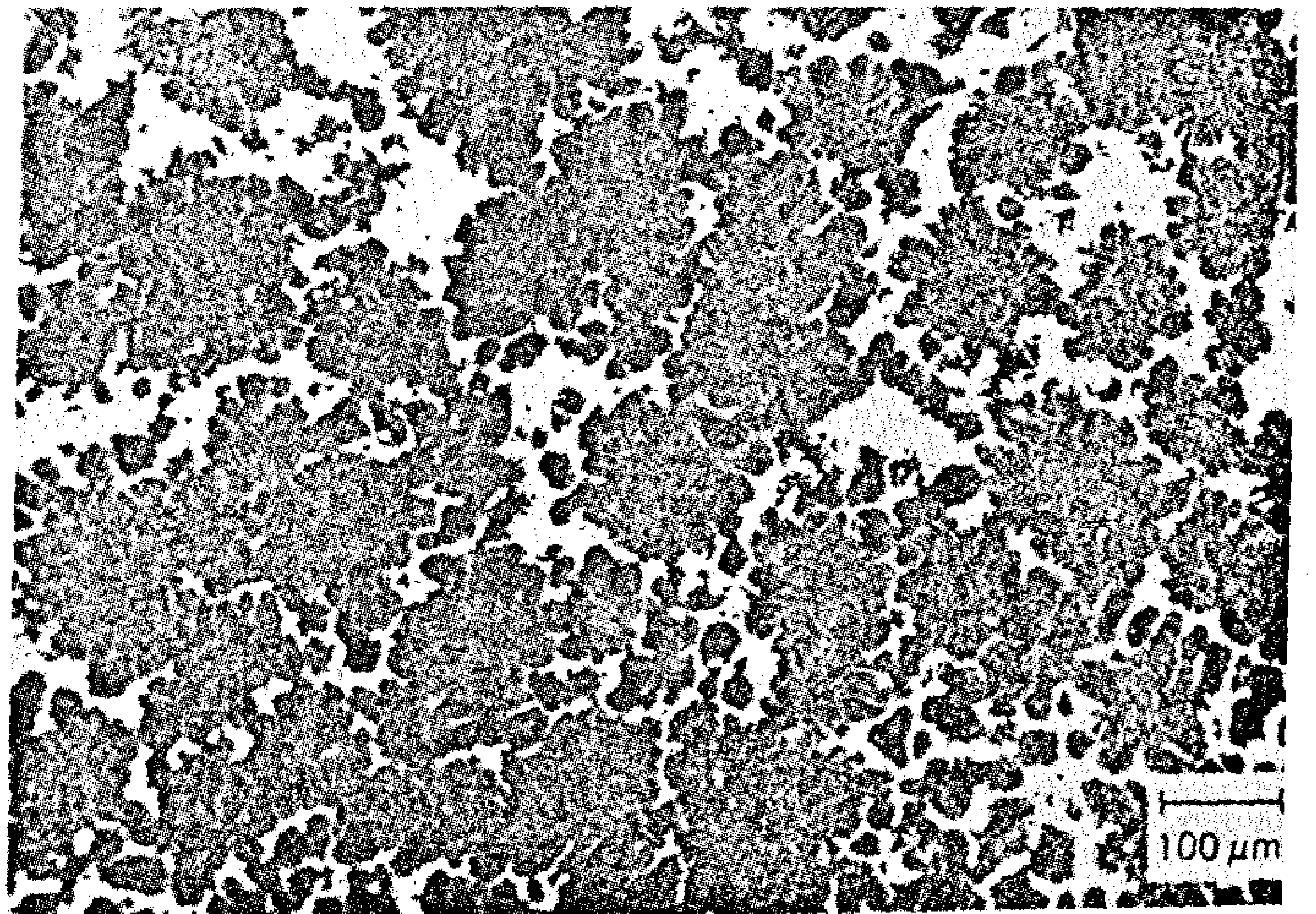
شكل ١٨ - تآكل داخل البللورات فى سبيكة نيكل - موليبدينم كروم



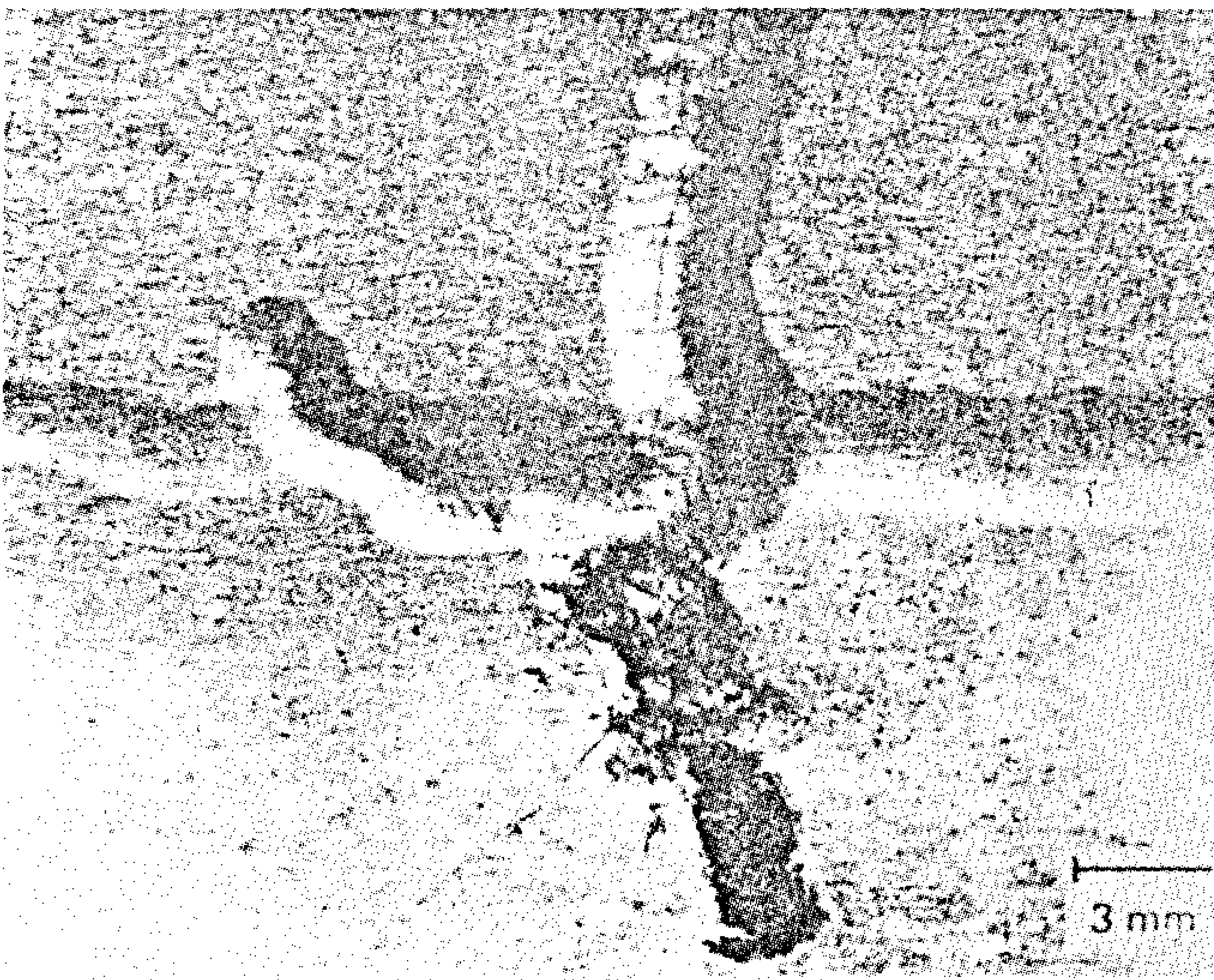
شكل ٢٢ - المظهر الاسفنجي في وصلة مياه من الحديد الزهر الرمادى



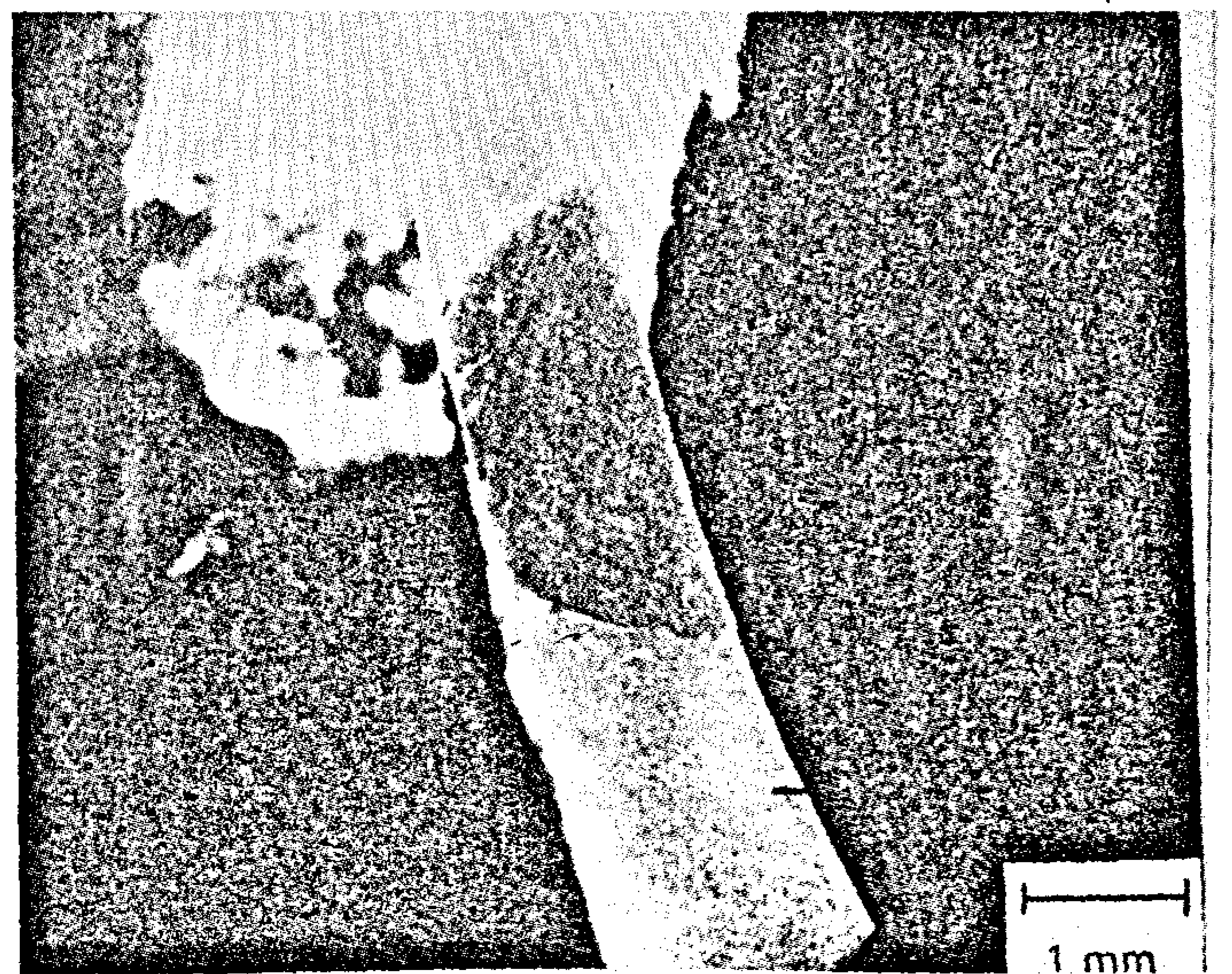
شكل ١٩ - تآكل طبقى من سبيكة الالومنيوم - زنك مغنسيوم



شكل ٢٣ - المظهر الاسفنجى فى وصلة مياه من الحديد الزهر الرمادى



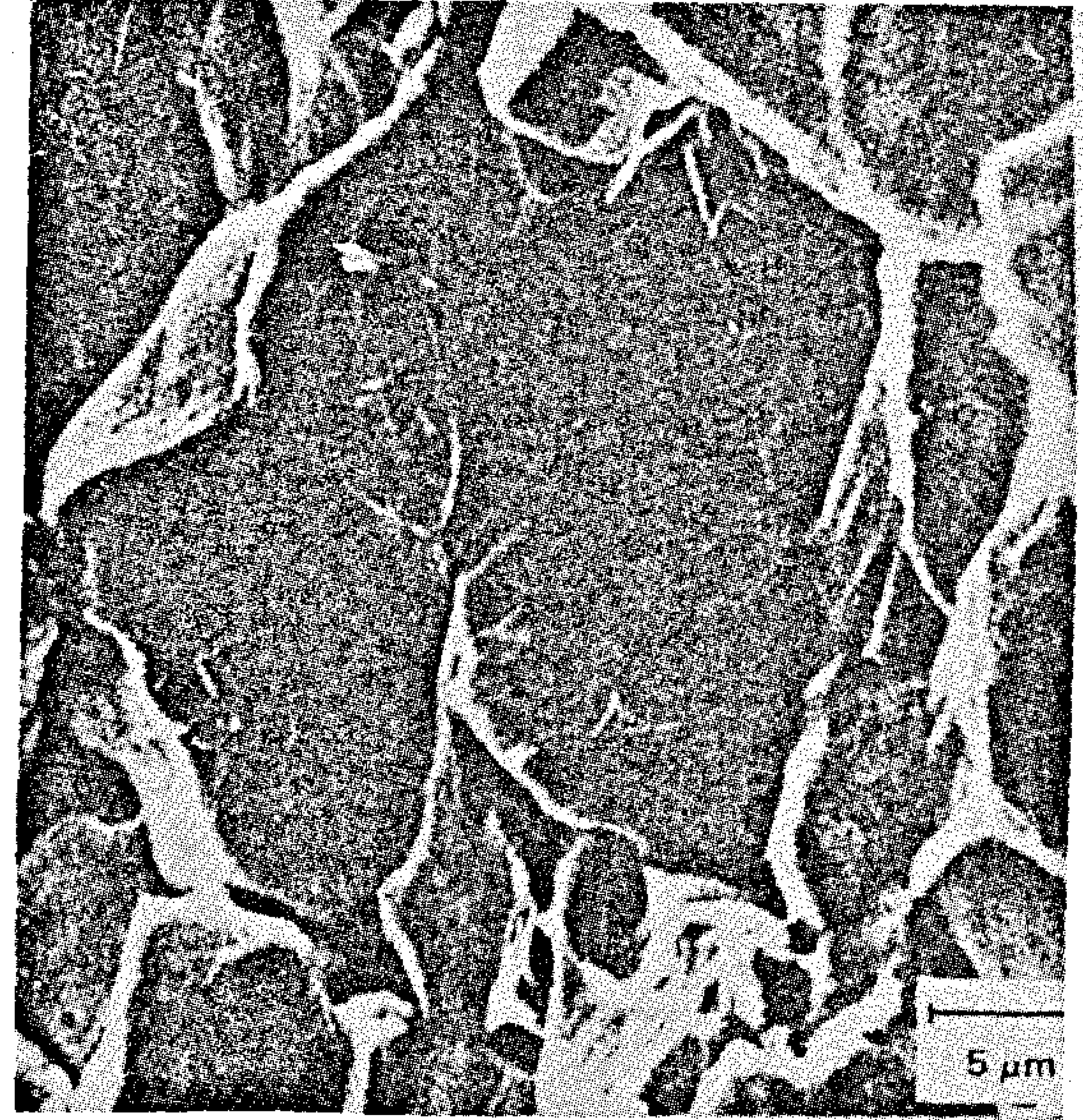
شكل ٢٠ - تآكل طبقى فى لوح من سبيكة ألومنيوم - زنك - مغنسيوم



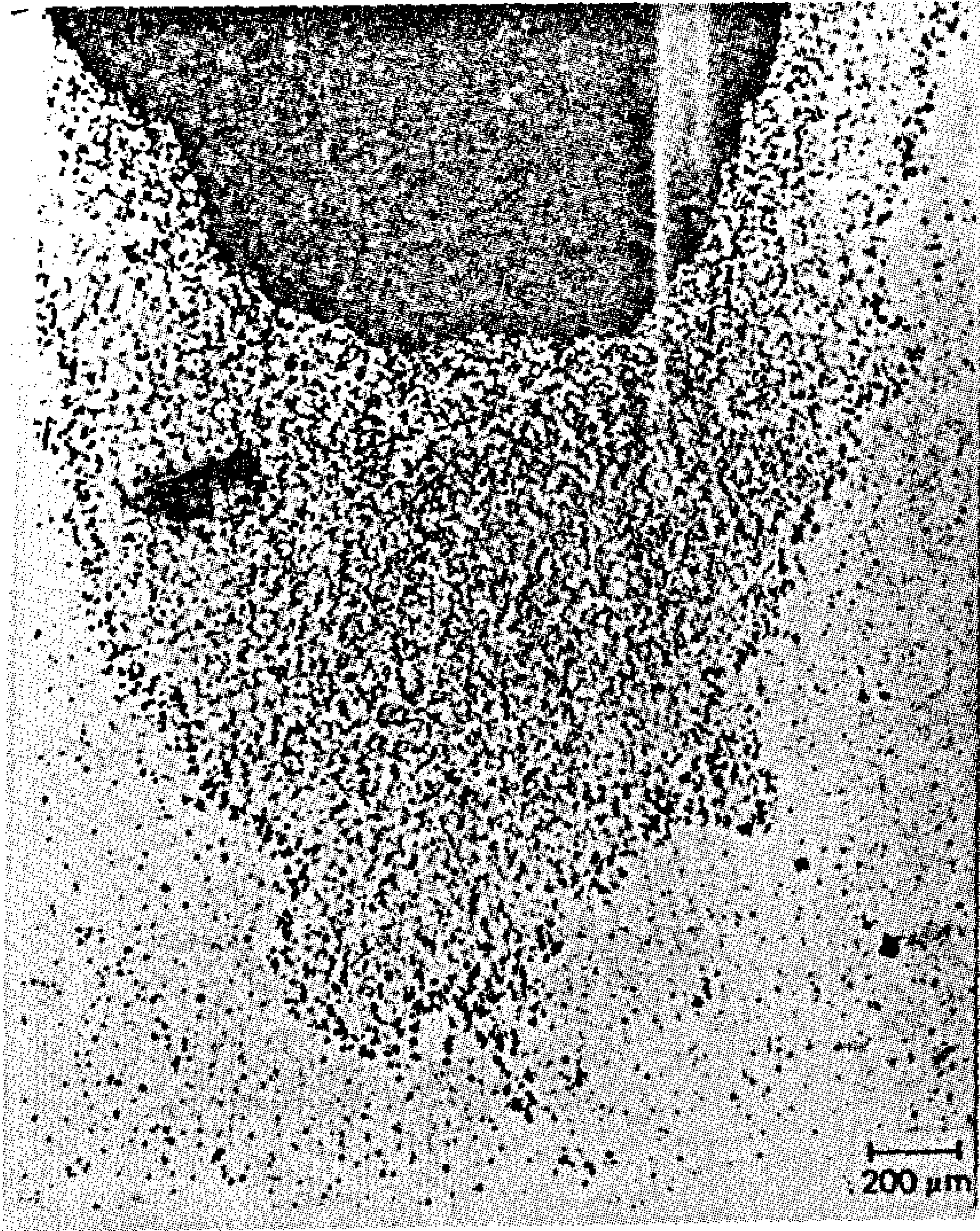
شكل ٢٤ - نقص الزنك فى سداده من سبيكة نحاس - زنك



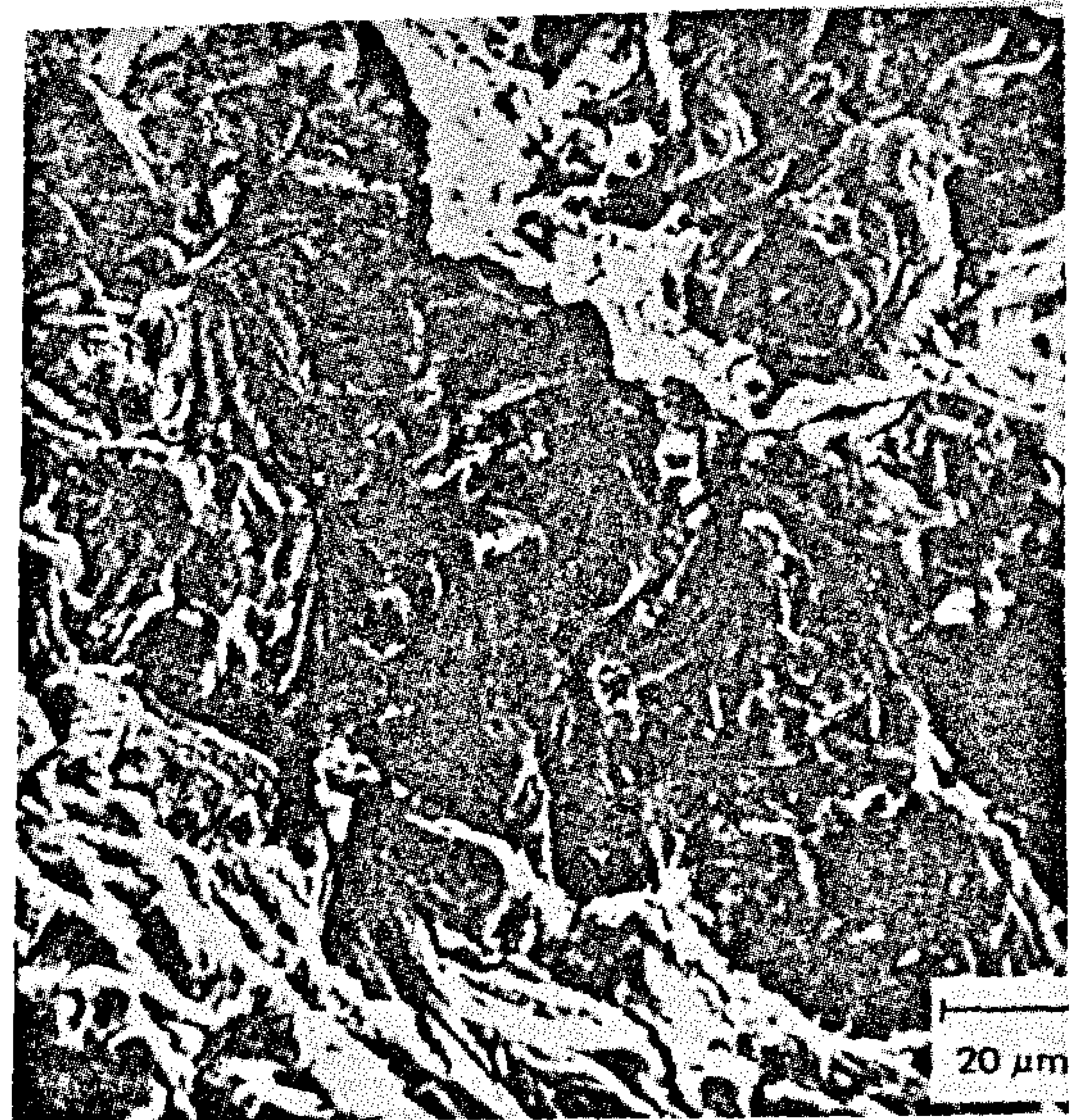
شكل ٢١ - تآكل طبقى فى لوح من سبيكة ألومنيوم - زنك - مغنسيوم



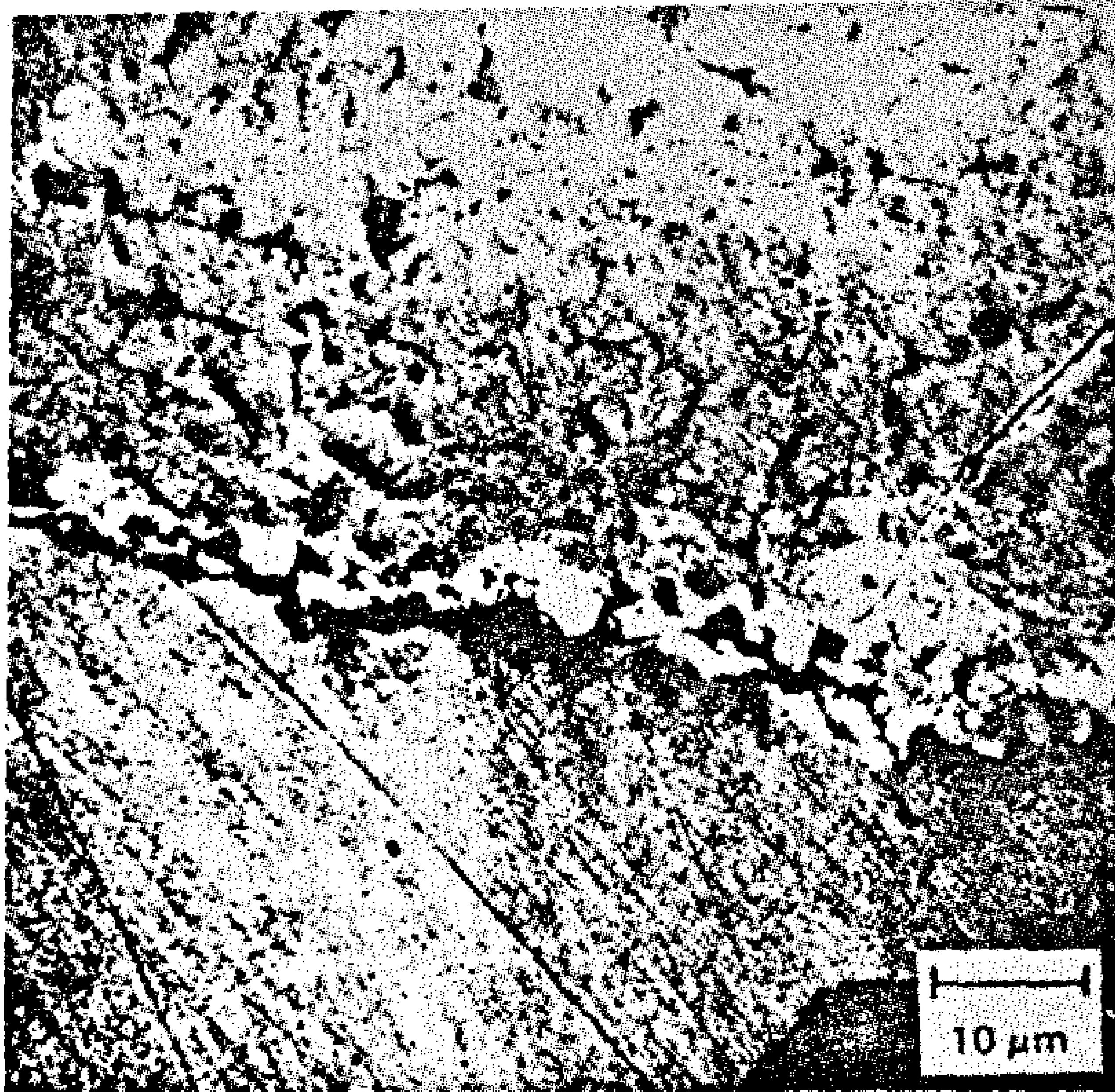
شكل ٢٨ - تآكل فى صورة شرخ إجهادى داخل البللورات فى أنبوب من سبيكة النحاس والزنك صورة SEM



شكل ٢٥ - انتزاع الزنك فى سداده من سبيكة نحاس - زنك



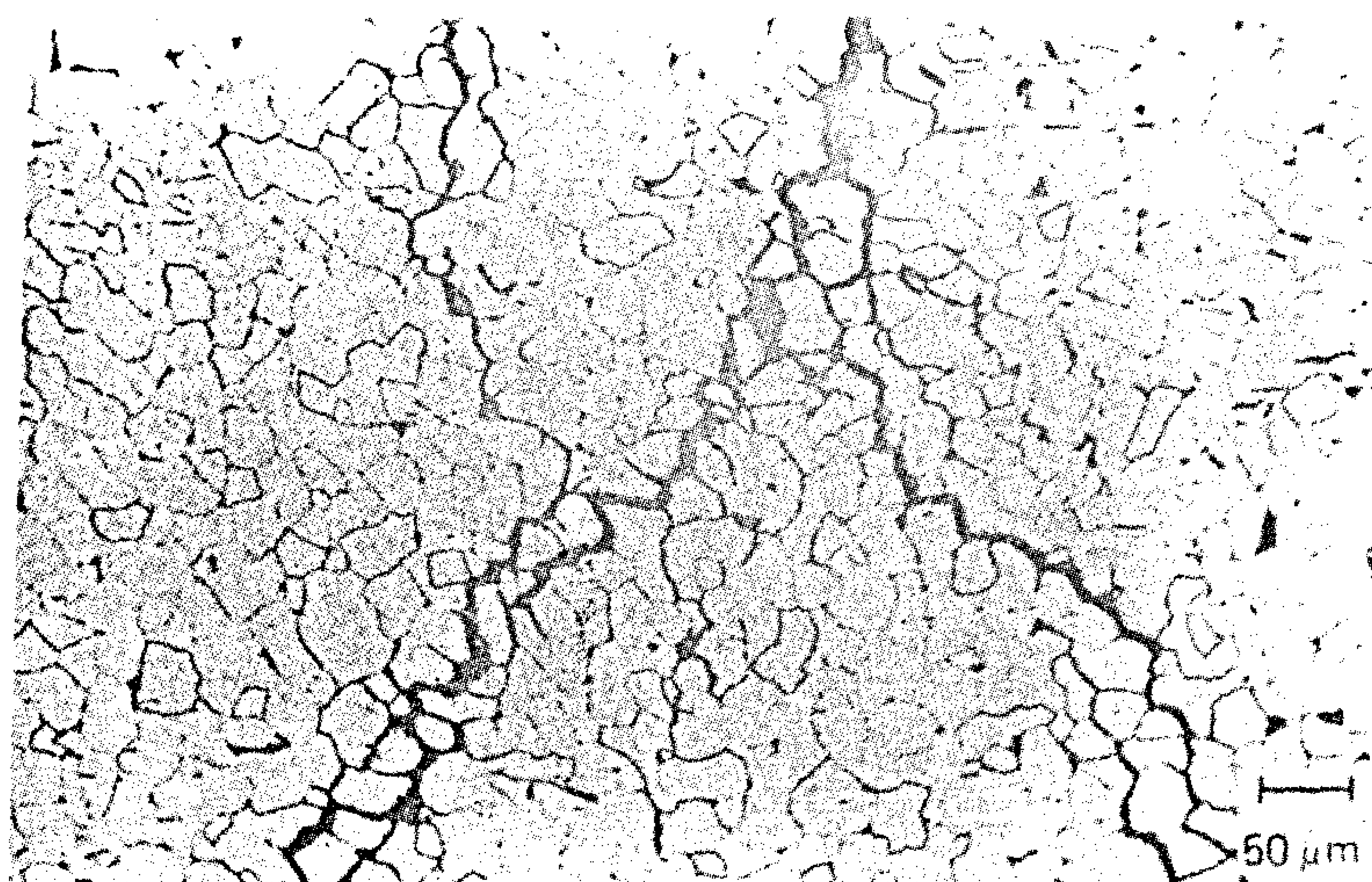
شكل ٢٩ - تآكل فى صورة شرخ إجهادى داخل البللورات فى لوح من الصلب الأوستنيتى كروم - نيكل - موليبد ينم صورة SEM



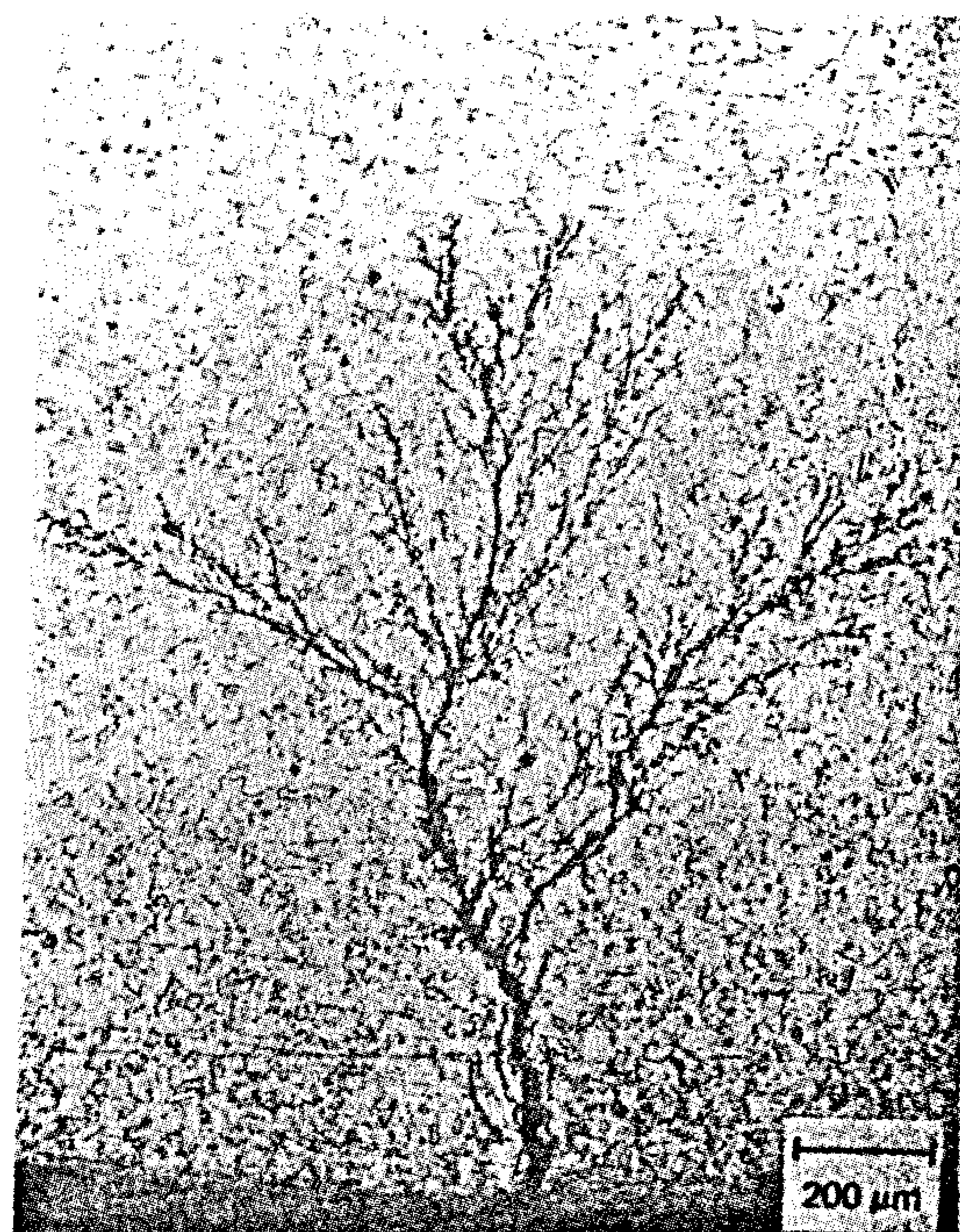
شكل ٢٦ - انتزاع الزنك فى سداده من سبيكة نحاس - زنك صورة ميكروسكوب ماسح SEM



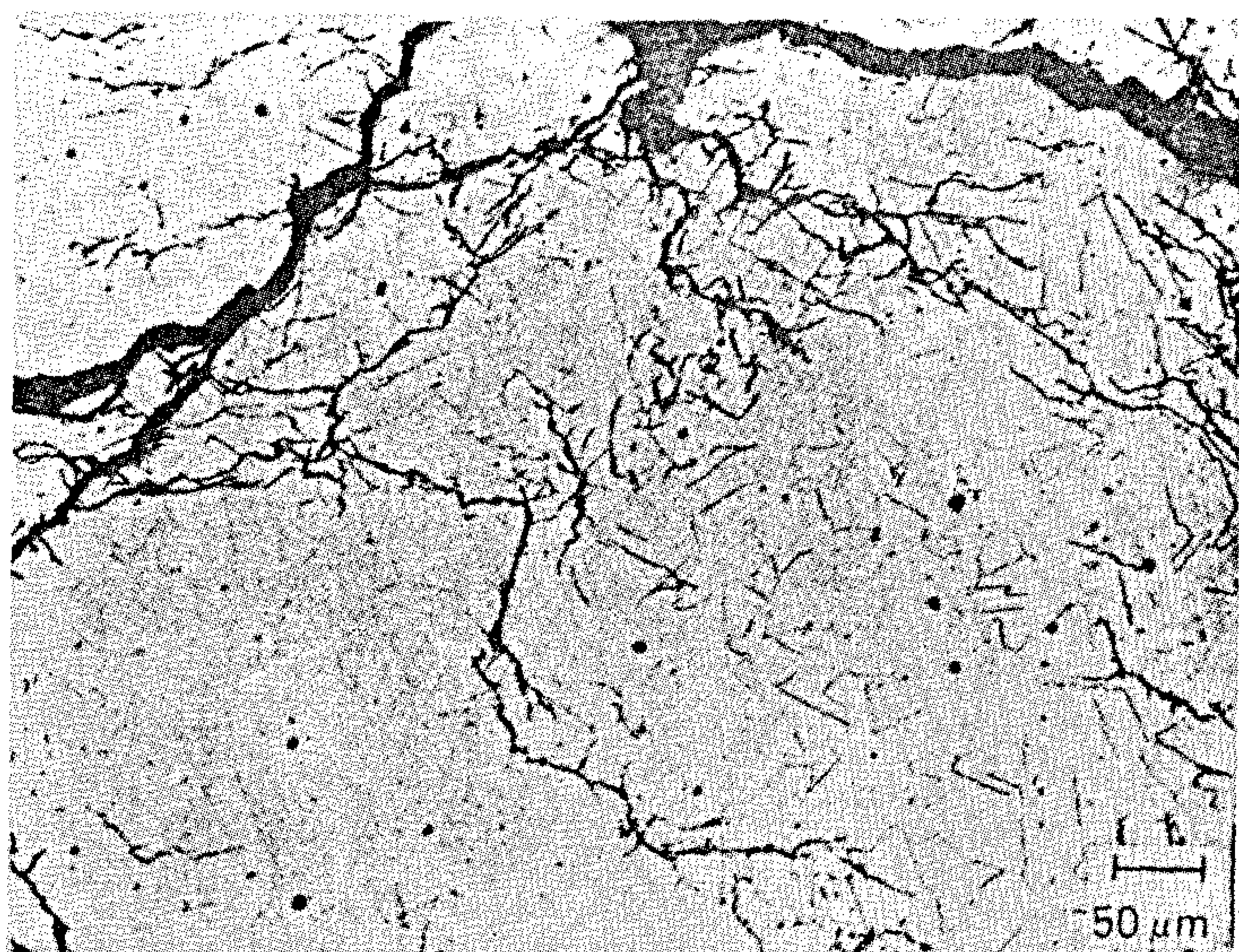
شكل ٢٧ - تآكل شرخ إجهادى فى أنبوب ملحوم مصنوع من الصلب الأوستينيتى كروم - نيكل - موليبد ينم



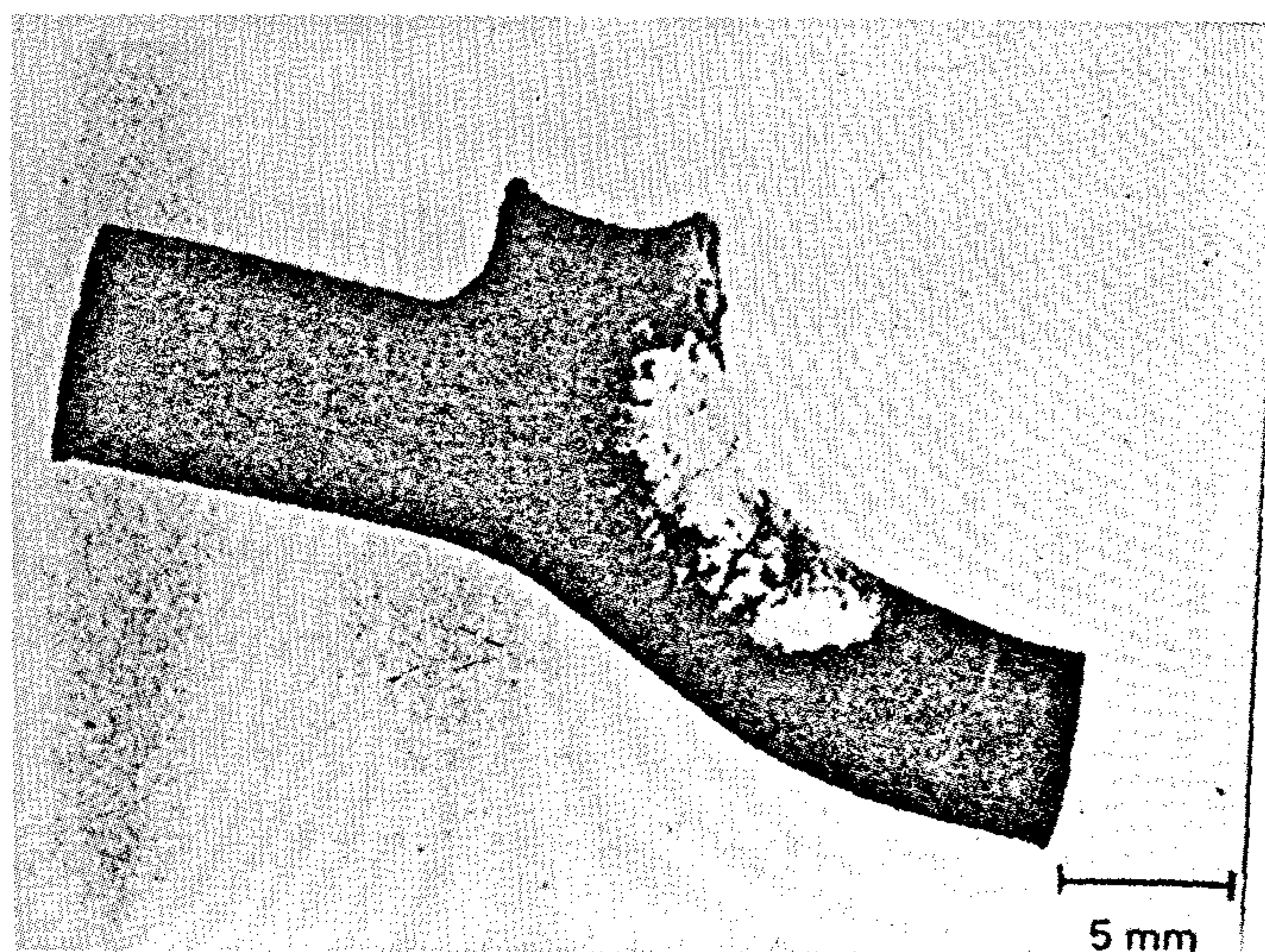
شكل ٣٠ - تآكل فى صورة شرخ إجهادى داخل البللورات فى صلب لا سبائكى



شكل ٣٢ - تآكل شرخى إجهادى عبر البللورات فى صلب أوستنيتى كروم - نيكل - موليبد ينم



شكل ٣١ - تآكل شرخى إجهادى عبر البللورات فى صلب أوستنيتى كروم - نيكل - موليبد ينم - نيتروجين



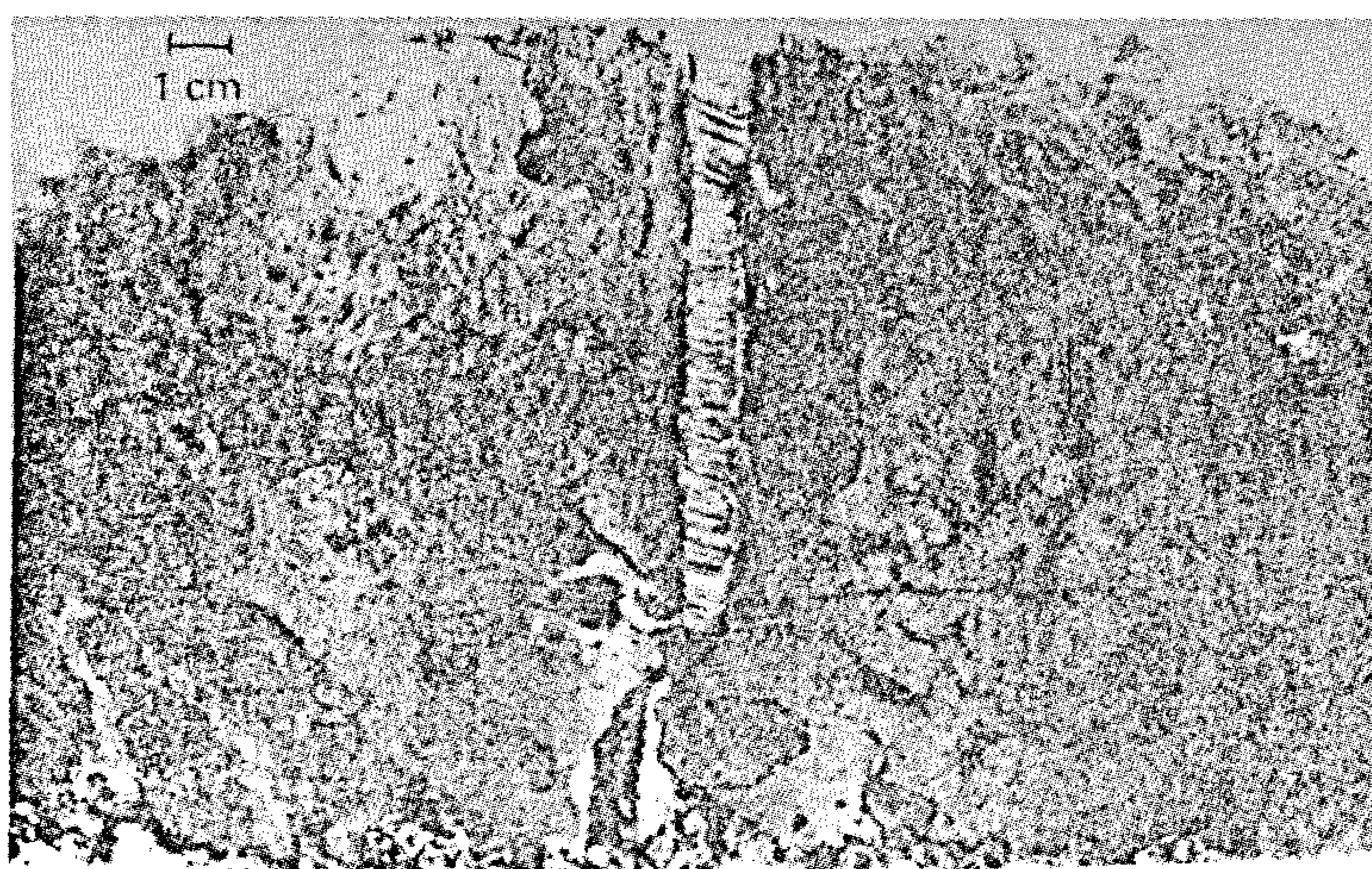
شكل ٣٣ - كسر فى لحام مونة Brazing فى أنبوبة ملحومة بالمونة ومصنوعة من صلب لا سبائكى



شكل ٣٤ - كسر فى لحام مونة فى صلب لا سبائكى فقد النحاس إلى حدود الحبيبات



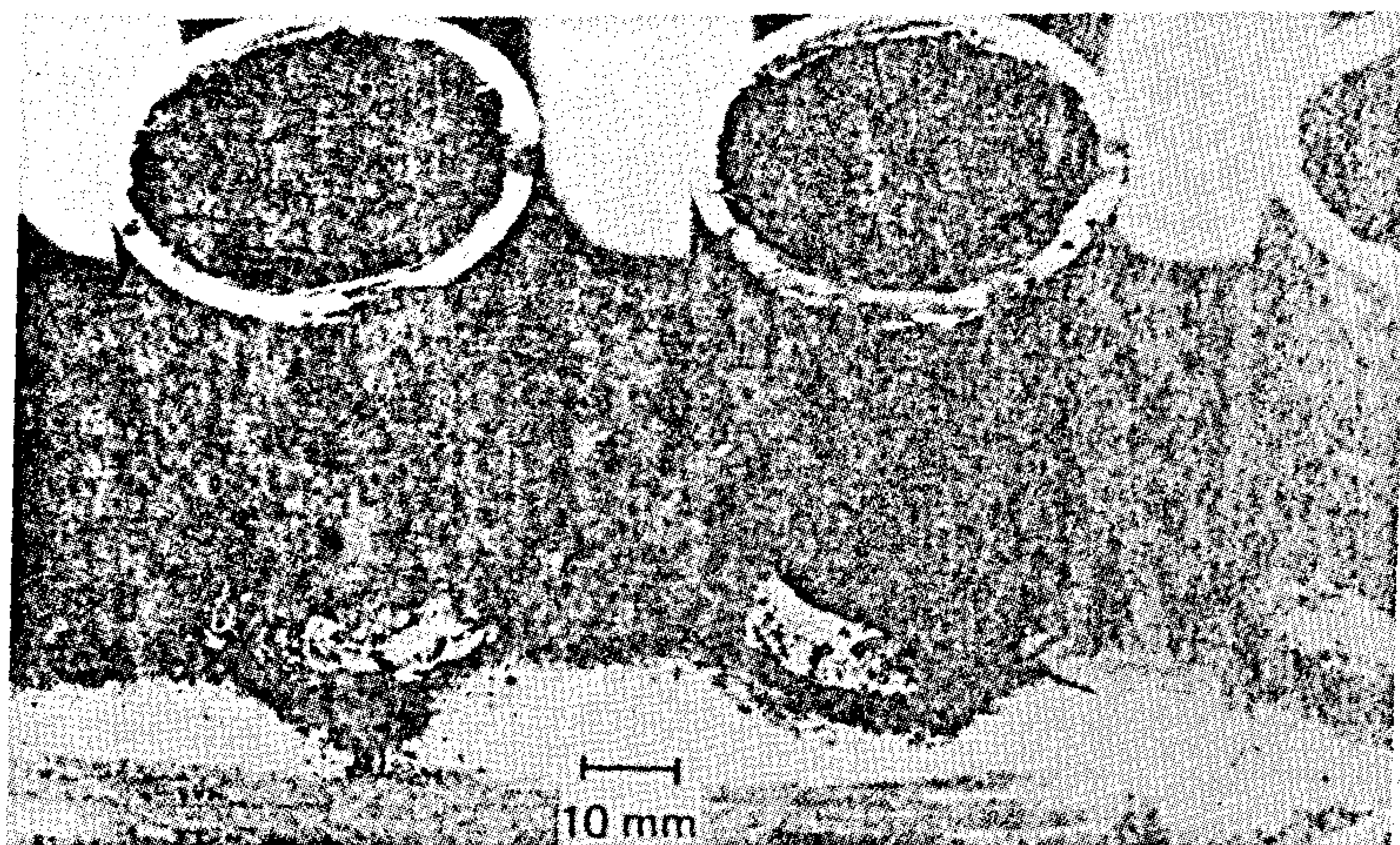
شكل ٣٥ - كسر فى لحام مونة فى صلب لا سبائكى سطح الكسر به انصهار للنحاس على حدود الحبيبات



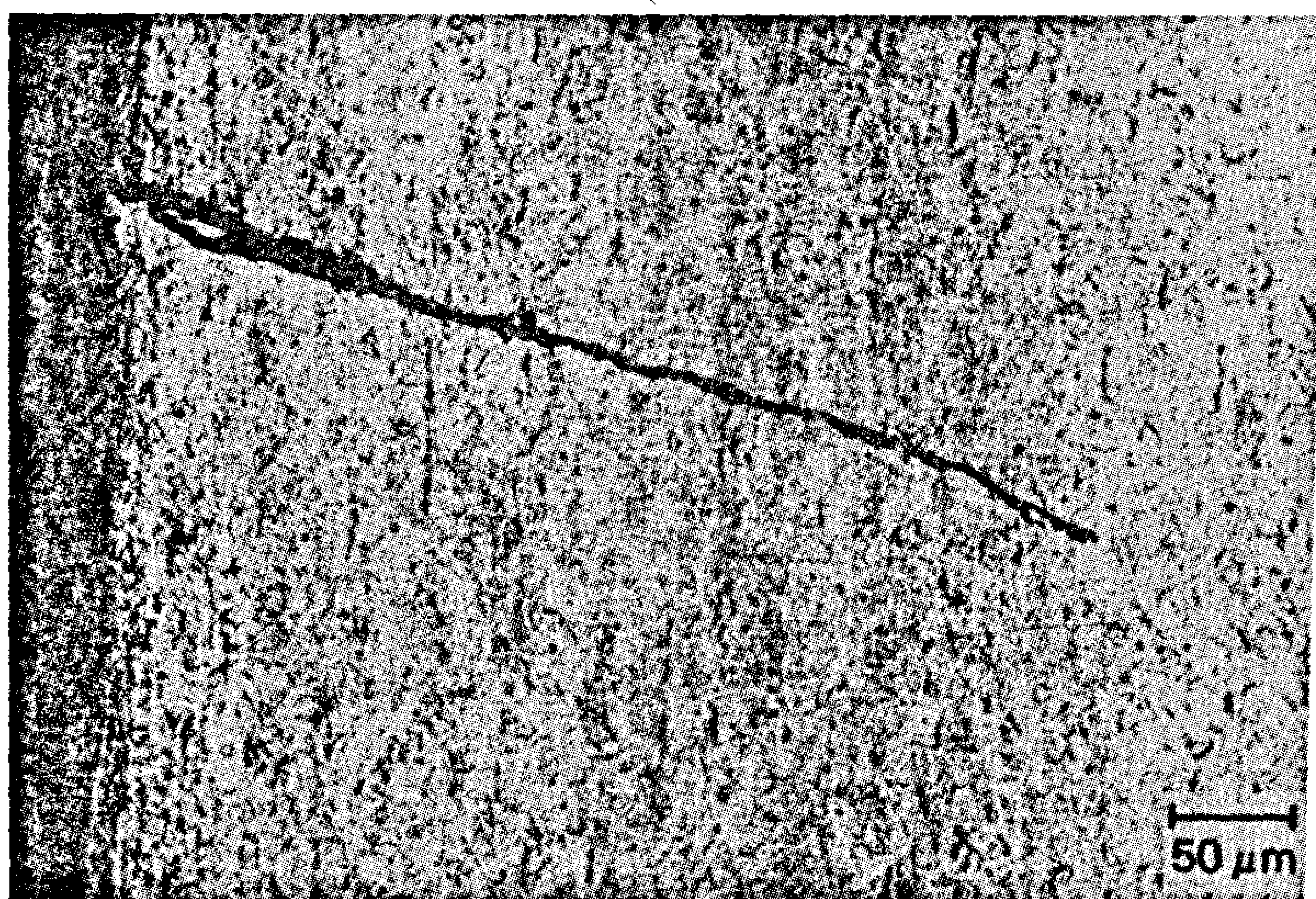
شكل ٣٦ - تآكل شرخى ناشىء عن الاهتزازات فى لوح مصنوع من صلب لا سبائكى نابع عن جزء تقوية (تدعيم) باللحام



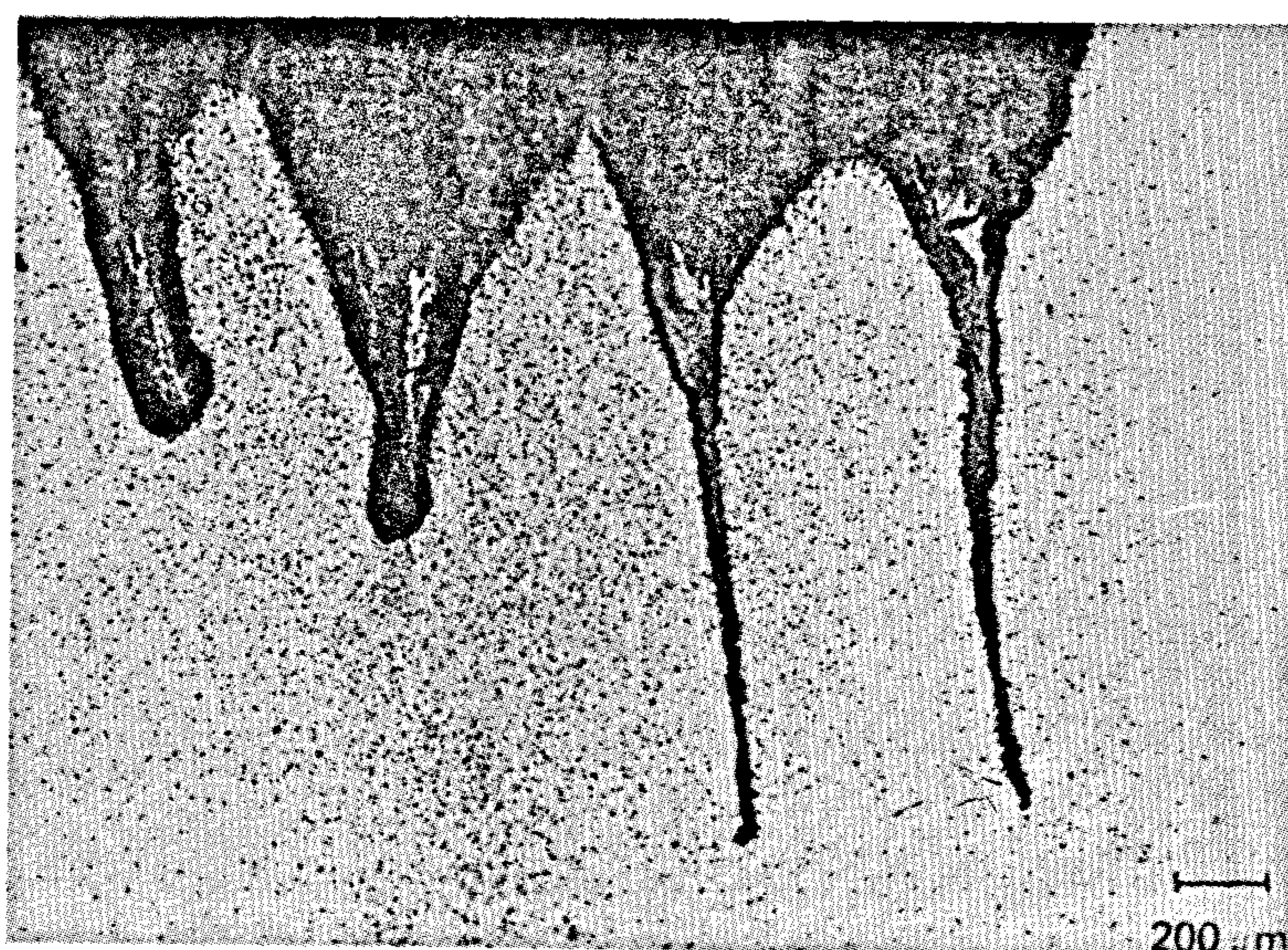
شكل ٣٨ - تآكل شرخى من الاهتزازات فى انبوب مصنوع من النحاس الزنك القصدير صوره SEM



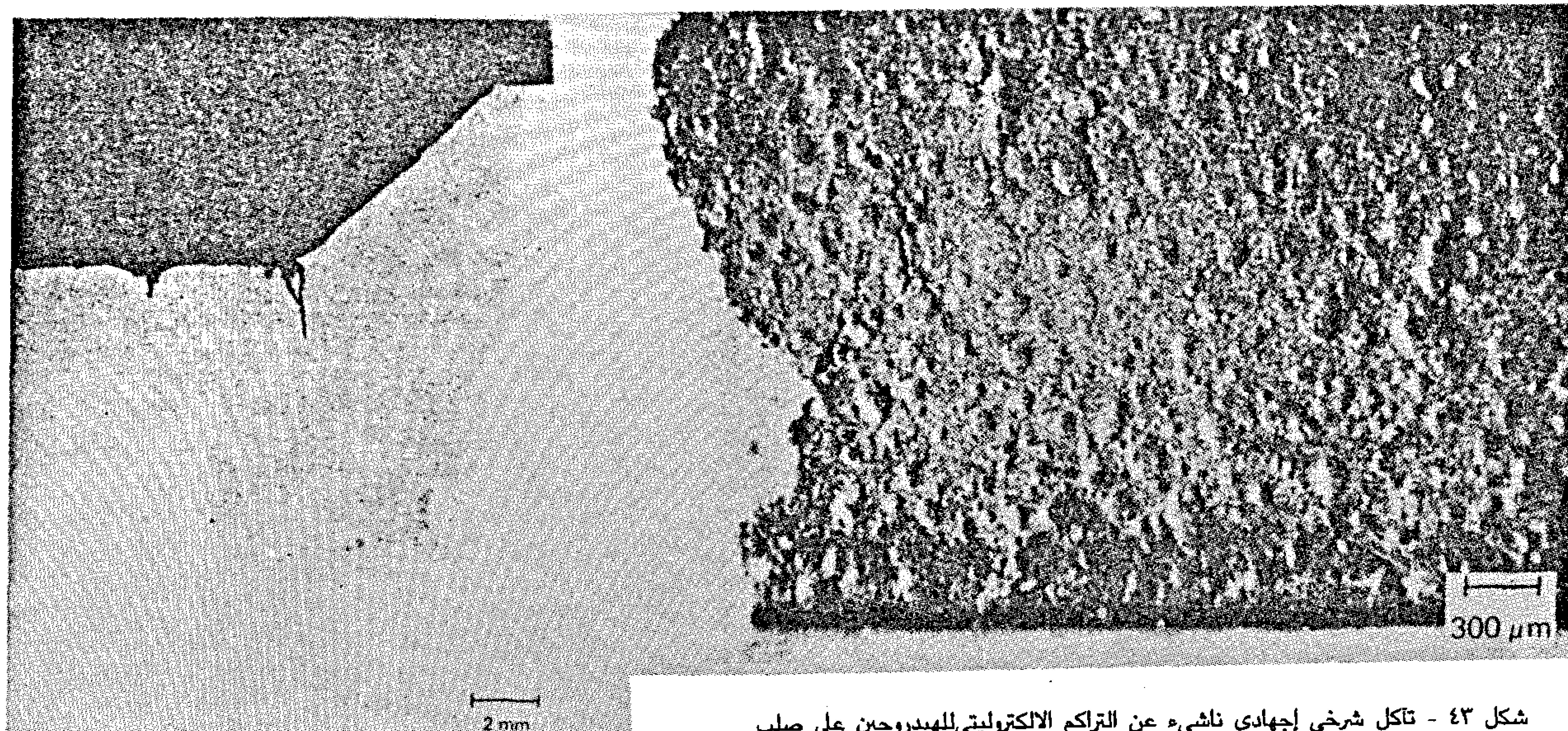
شكل ٣٧ - تآكل شرخى من الاهتزازات فى مبادل حرارى مصنوع من صلب أوستنيتى كروم - نيكل موليبد ينم



شكل ٣٩ - تآكل شرخى من الاهتزازات فى صلب كروم - نيكل - موليبد ينم

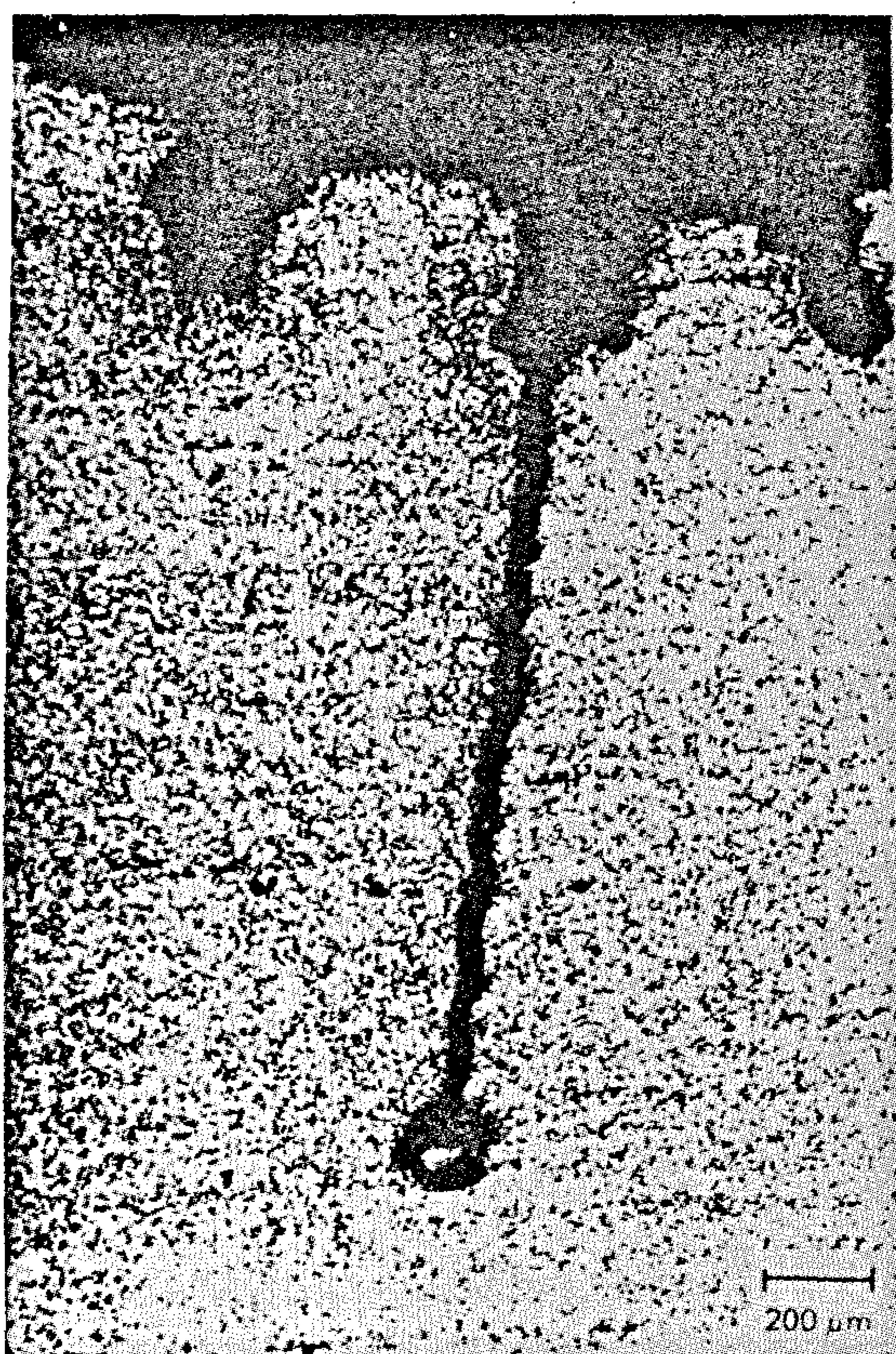


شكل ٤٠ - تآكل شرخى من الاهتزازات فى لوح من صلب لا سبائكى

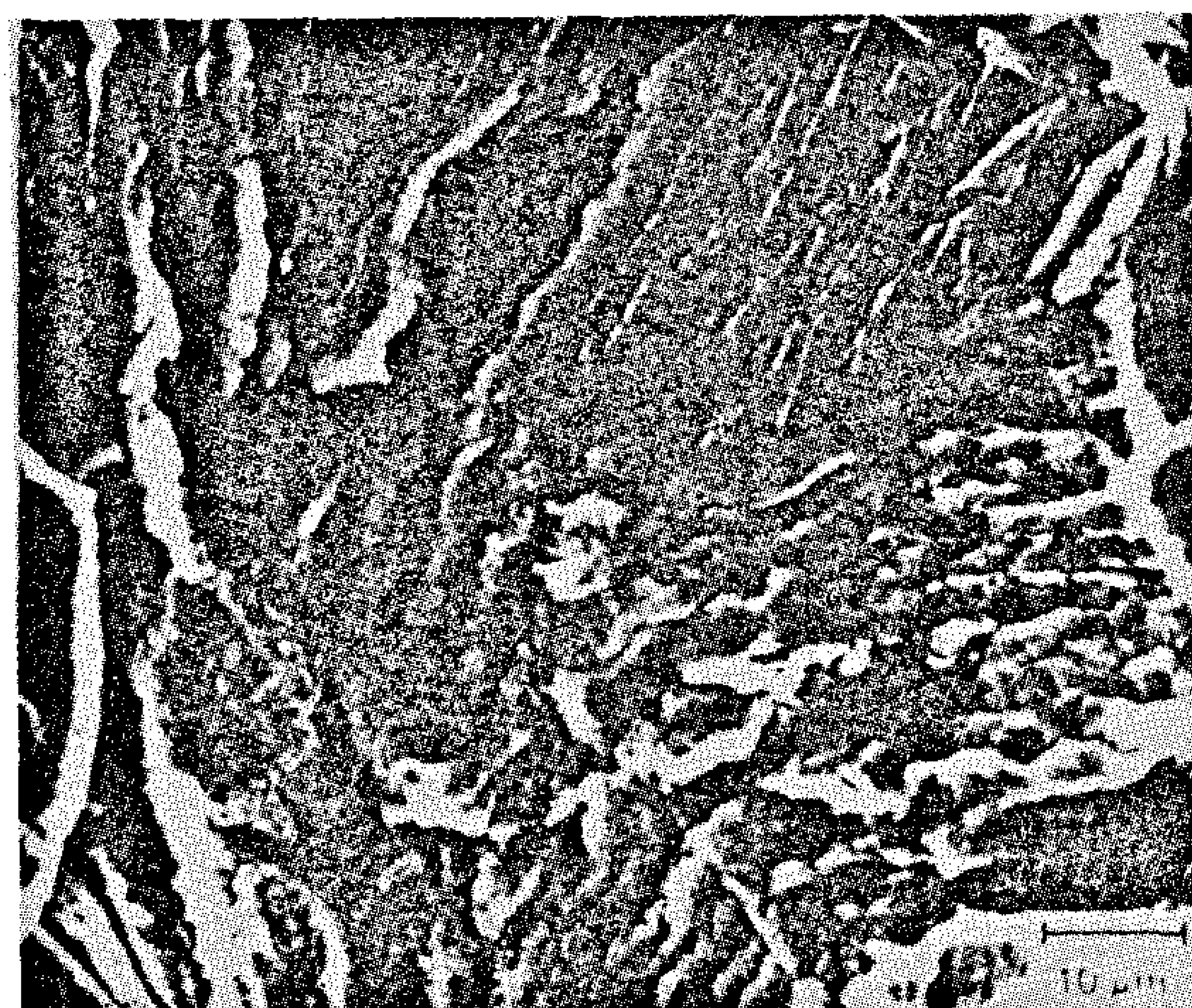


شكل ٤١ - تآكل إجهادى فى صلب سبانكى فقير

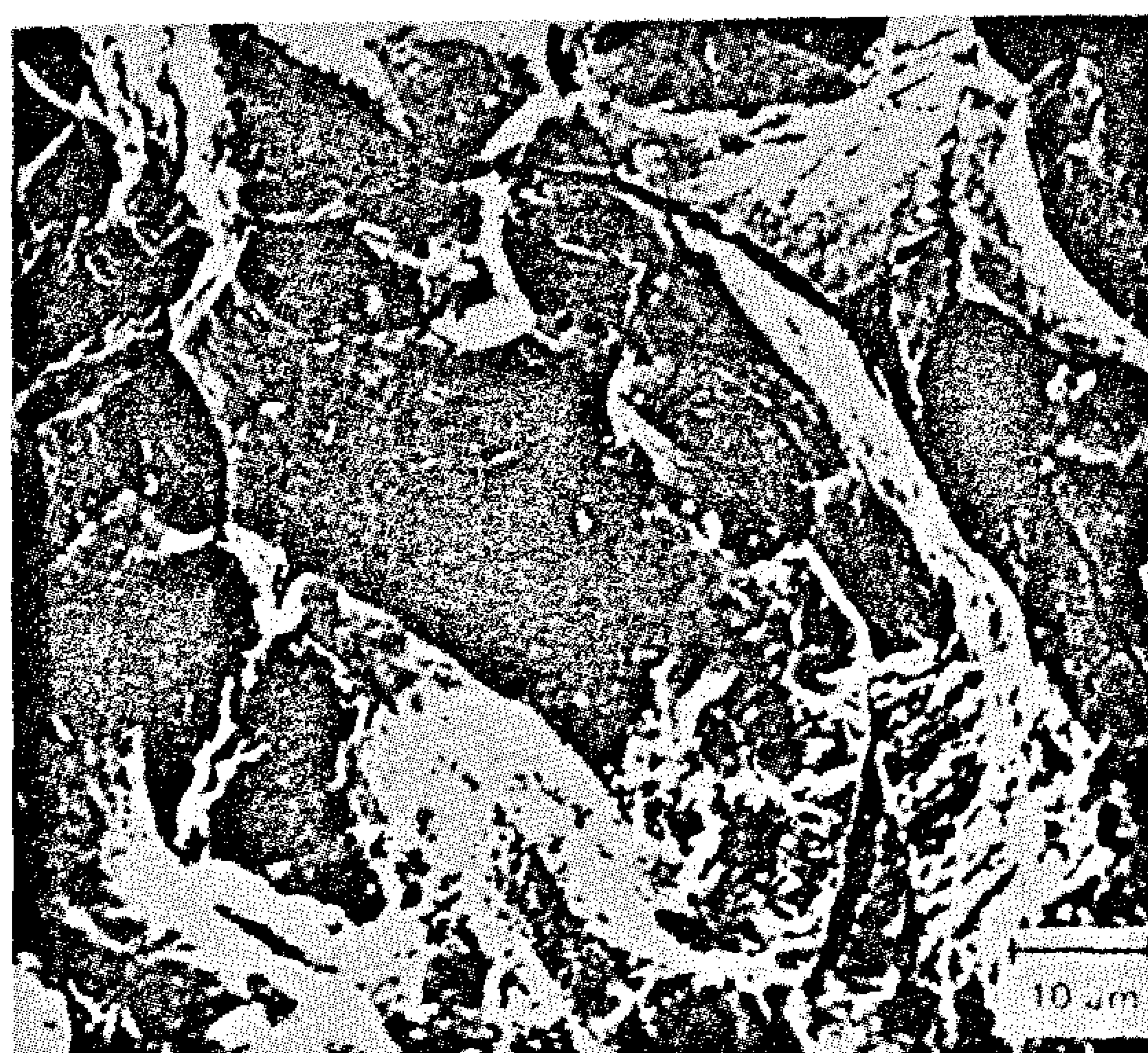
شكل ٤٣ - تآكل شرخى إجهادى ناشىء عن التراكم الالكتروليتىللهيدروجين على صلب لاسبانكى



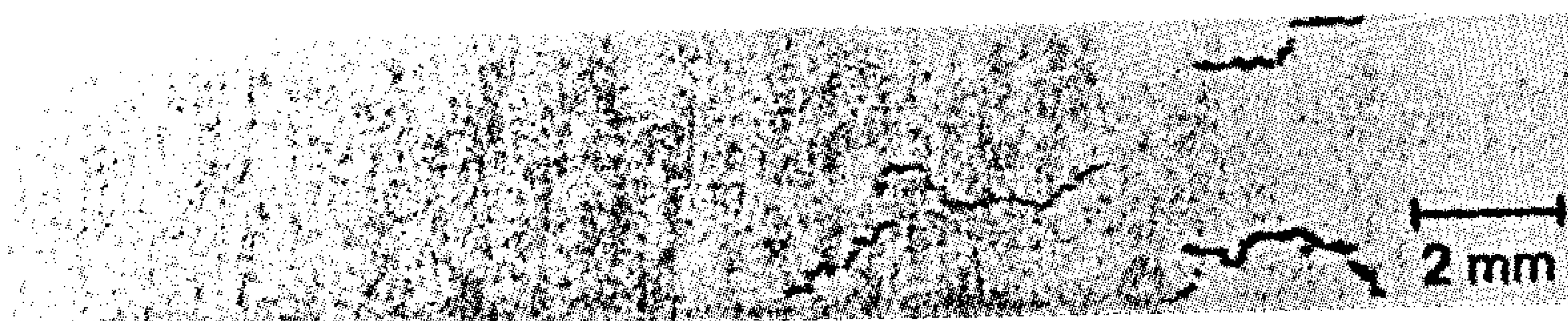
شكل ٤٢ - تآكل إجهادى فى صلب سبانكى فقير



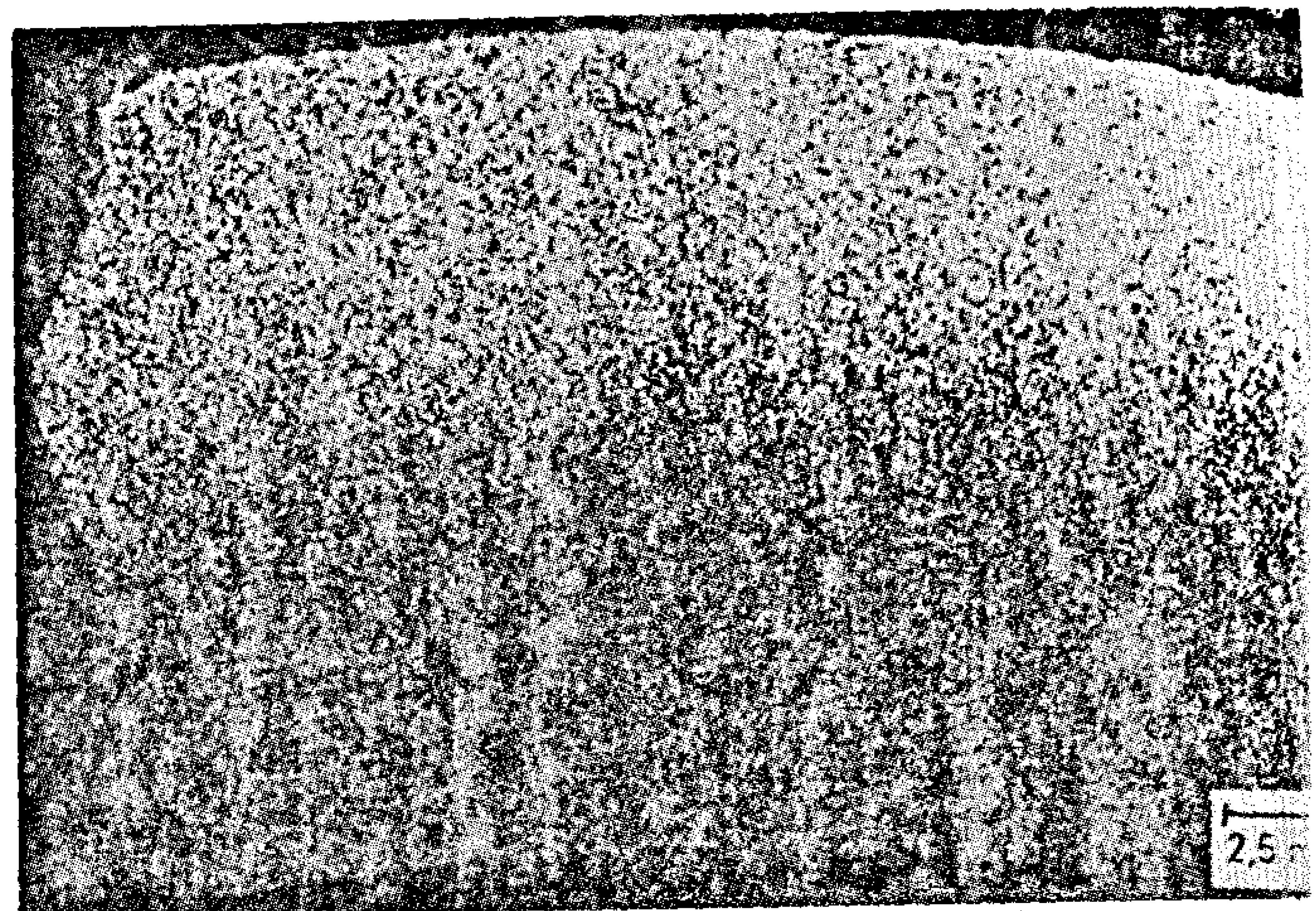
شكل ٤٤ - سريان كسر عبر البللورات فى عينة مشحونة بالهيدروجين ومصنوعة من حديد ارمكو (فقير الكربون) صوره SEM



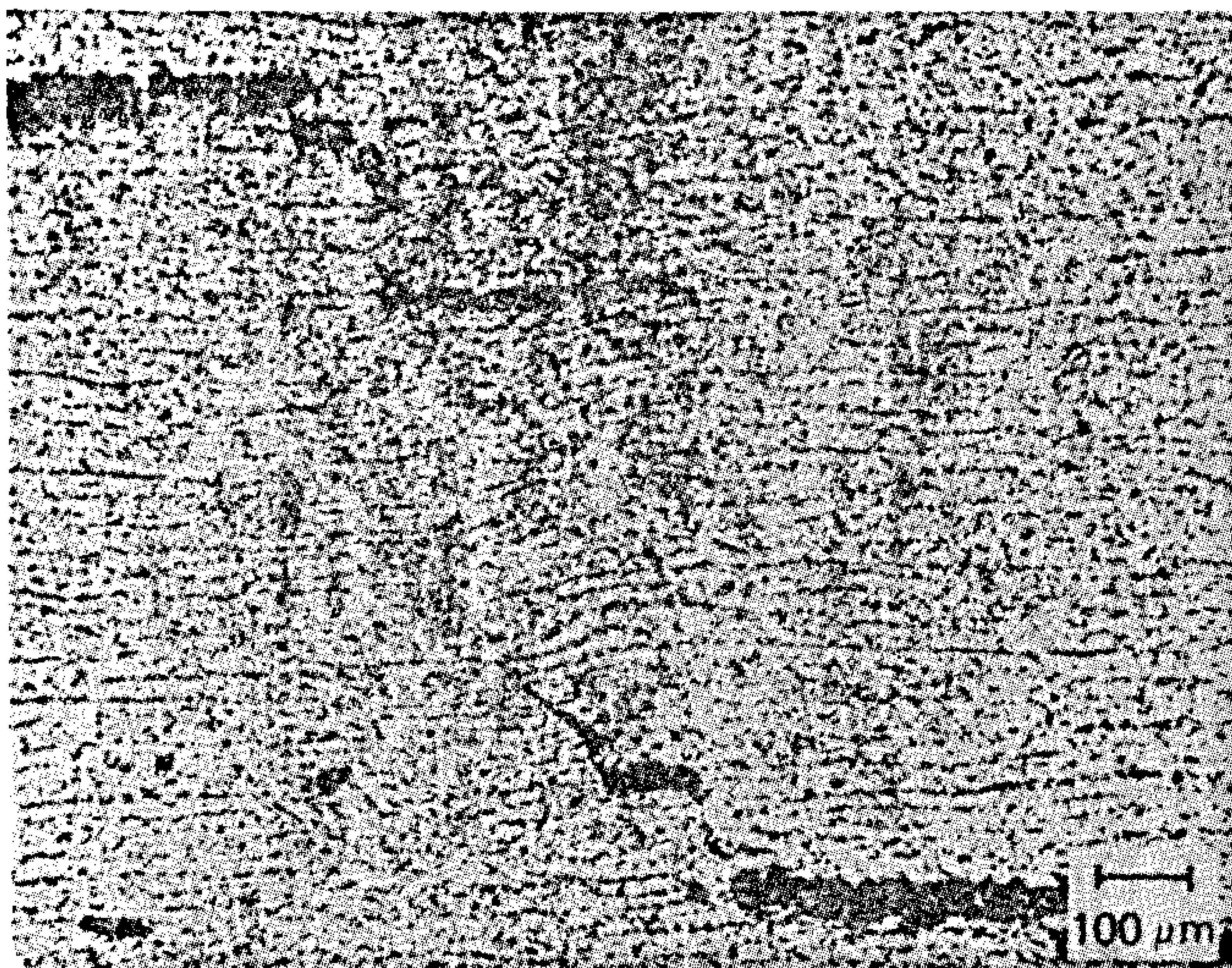
شكل ٤٥ - سريان كسر داخل البللورات فى عينة مشحونة بالهيدروجين مصنوعة من صلب عالى المقاومة سبانكى فقير به سليكون ومنجنيز



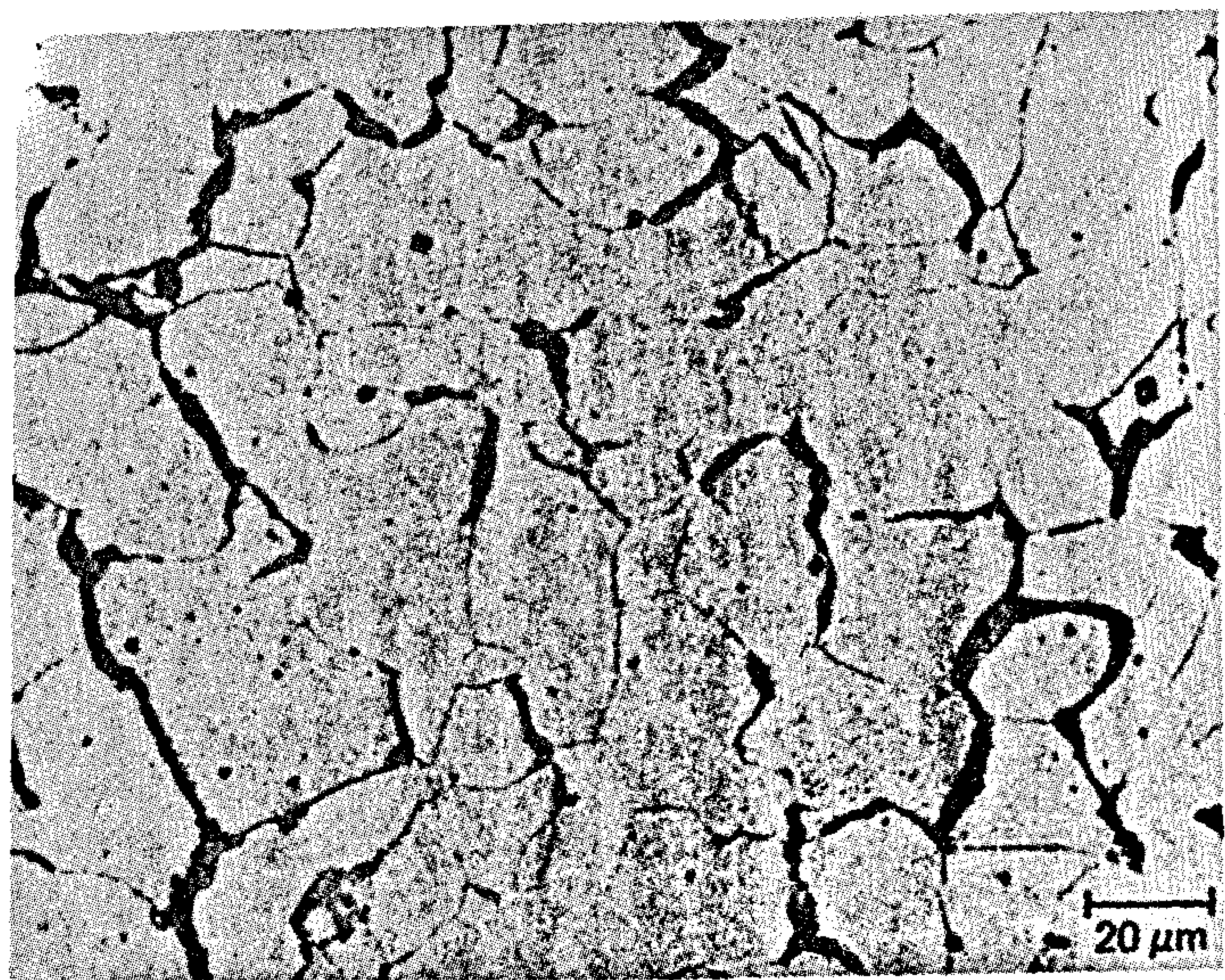
شكل ٤٦ - تآكل إجهادى ناشىء عن تراكم الهيدروجين على صلب لا سبائكى



شكل ٤٩ - تآكل بسبب ضغط الماء عند ٤٠٠°م فى صلب لاسبائكى مقاوم لفعل الحرارة أسفل المنطقة المنتزع منها الكربون



شكل ٤٧ - تآكل شرخى إجهادى ناشىء عن التراكم الالكتروليتى للهيدروجين فى صلب لاسبائكى



شكل ٥٠ - تآكل ناشىء عن ضغط الماء عند ٤٠٠°م فى صلب لاسبائكى مقاوم لفعل الحرارة. المنطقة المنتزع منها الكربون واضحة مع انفصال حدود الحبيبات



شكل ٤٨ - تآكل شرخى إجهادى ناشىء عن التراكم الالكتروليتى للهيدروجين على صلب لاسبائكى

REFERENCES

1. *R. Thomson and M. Sahoo. Trans. AFS, 1979, 87, 485-490.*

2. *M. Sahoo, J. O. Edwards and R. Thomson Trans. AFS, 1979, 87, 495-502.*

3. *E. Gassner and H. Ostermann. Power Dam Constr., 1980, 32, 27-30.*

4. *C. E. Jaske, D. A. Utah, and W. K. Boyd. Propeller 78, Virginia Beach, May 1987.*

5. *S. Watanabe, M. Maeda & M. Yamaguchi. British Patent No. 1. 269-585, 1972.*

6. *F. Erdmann, Jesnitzer, Metall, 1977, 31, 59-63.*

7. *E. R. May, Mar. Eng. Rev. (UK), Aug. 1979, 7-9, 13.*

8. *F. W. Hirth and H. Speckhardt : Metall, 1979, 33, 1168-1172.*

Sample (2)

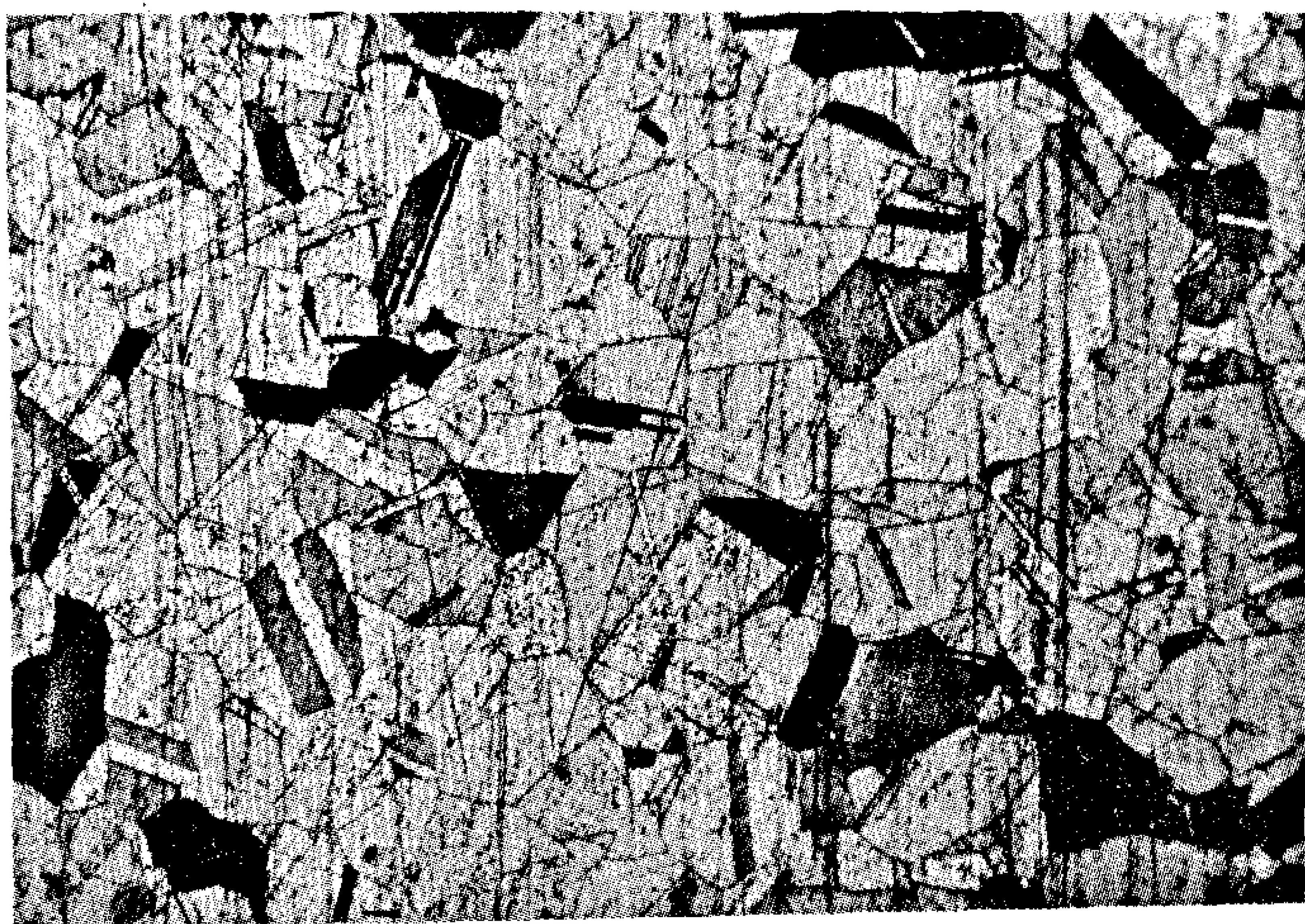


Fig. 10. Heating at 900°C followed by quenching. H_v = 65. X400.



Fig. 11. Intercrystalline cracks. Deformation by compression (50%) heating at 950°C followed by quenching H_v = 93.7 X 400.

The hardness increases with slight decrease of grain size. The homogenization is improved. As temperature of heat treatment increases, the grain size increases. The increment of hardness is accompanied by large amount of phase transformation. As grain size increases, the hardness decreases.

Generally, large increases in vickers hardness were observed in the vicinity of the grain boundary as a result of temperature annealing. However, in grains where piled-up dislocations have a predominant screw component. Results indicate that the grain boundary plays an important role in anneal hardening.

Due to the probable formation of a large number of vacancies and a large amount of lattice distortion caused by piled-up dislocations against the grain boundary, the segregation of solute atoms is strongly activated.

CONCLUSION

On heat treatment and quenching, the as-cast microstructure consisted of ∝ - phase, a martensitic β - phase and iron-rich intermetallic precipitates. The ∝ - phase is an FCC copper rich solid solution and was distributed throughout the microstructure, primarily as a fine precipitate. The martensitic phase (often termed retained β - phase) was derived from the high temperature β - phase. The intermetallic particles were based on the composition Fe_3Al.

Studies of the development of microstructure showed that, at high temperatures, β - phase was the only constituent present. In the as-cast alloy, the β - grain size, before defore decomposition on cooling, was relatively large: 0.5 - 1.0 mm. On annealing, iron rich particles were precipitated on β- phase grain boundaries and throughout the β-phase these precipitates lead to microstructural refinement by providing sites for the subsequent nucleation of ∝ - phase on further cooling. The ∝ - precipitates within the grains and to some extent, their growth is impeded by the iron-rich particles. At lower temperatures, the remaining β - phase decomposes martensitically. Hence, the microstructural refinement is associated with the ∝ - grain size and not with the as-cast β- grain size. As the temperature dropped from 950° to 900°C, the Fe_3Al particles were nucleated both inside the β - grains and at the grain boundaries. The hardness increases with slight decrease of grain size. The homogenization is improved. The increment of hardness is accompanied by large amount of phase transformation.

ACKNOWLEDGEMENT :

The authors would like to thank Prof. T. El-Bassyouni, CMRDI for his kind help.

occurs. The present work shows that when solidification is complete, the alloy has a fully β - phase structure and the β - grains can undergo substantial growth before the iron-rich particles are precipitated. The iron-rich precipitates are formed before the nucleation of ∝ - and since the ∝ - phase nucleates both at the β - phase grain bounderies and at the iron-rich particles inside the β - grains, the number of nucleation sites for ∝ is large and the consequent mean phase size is small. Also, the grwoth of ∝ - phase during further cooling appears to be hampered by the iron-rich particles, and this imposes an additional restriction on the eventual size of ∝ - phase precipitates.

Sample 2 as-cast is shown in Fig. 7a. This figure shows coarse grains of ∝ - phase. The hardness value of as-cast is 97 H_v. This value is reduced to 52.4 H_v on annealing at 950°C. Its microstructure is shown in Fig. 8, where excess of ∝ is present. On heating sample 2 at 950°C and 900°C, followed by quenching (Figures 9 & 10 respectively) the hardness value reduces from 89 to 65 H_v. Figure 10 shows that the ∝ - grains become finest.

Deformation 50% of sample 2 by compression, at 950°C followed by quenching may lead to inter-crystalline cracks between grains as shown in Fig. 11, where the hardness value is 93.7 H_v.

Results of samples 1 & 2 accompanied by their microstructures may verify the following deductions.

Sample (2)

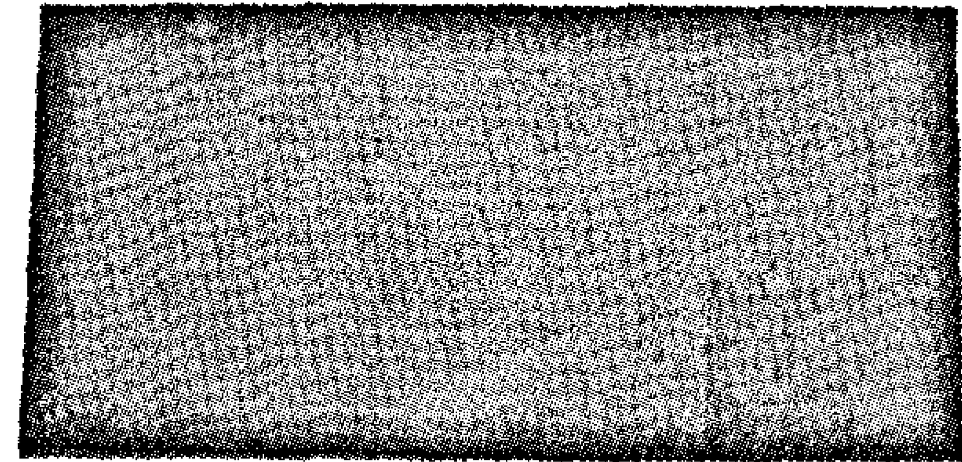


Fig. 7.b- As - cast without etching.



Fig. 8. Annealing at 950°C. H_v = 52.4

Sample (2)

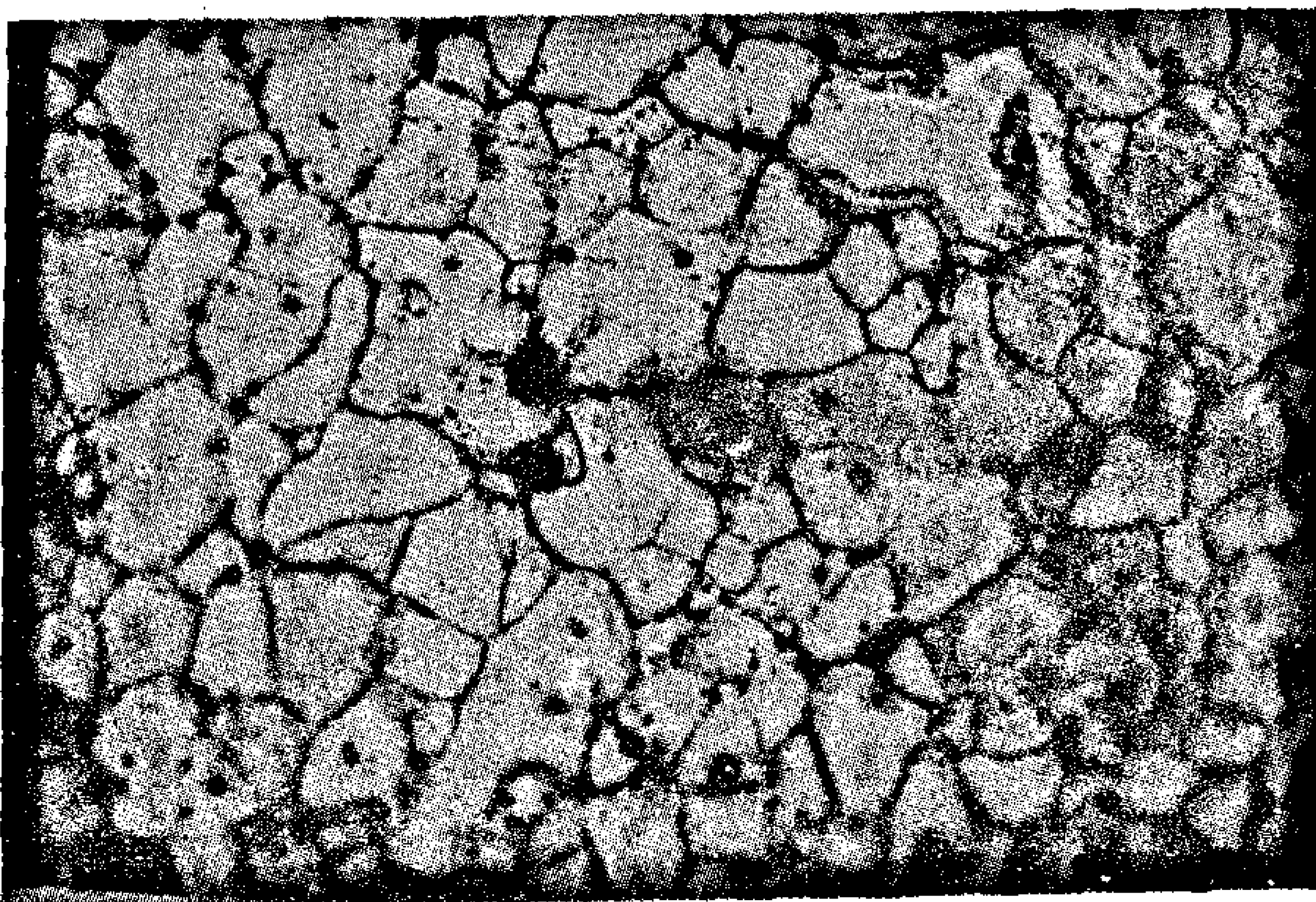


Fig. 7.a. Microstructure of ∝ - phase. As cast H_v = 97. X 50.

Sample (2)



Fig. 9. Heating at 950°C followed by quenching. H_v = 60. X400

The microstructue of sample 1 quenched from 950° & 900°C, Figures 3 & 4, illustrates that the phases have been transformed to martensite upon quenching. As the temperature dropped from 950° to 900°C, the Fe_3 Al particles were nucleated both inside the β - grains and at the grain boundaries. This may be confirmed by increasing the hardness value from 165.1 to 230.5 H_v. On quenching from 750°C, the precipitation of ∝ - phase is recognized as shown in Fig. 5. The nucleation of ∝ - took place either at the β -phase grain boundaries or at the Fe_3Al particles inside β - grains.

Sample (1)

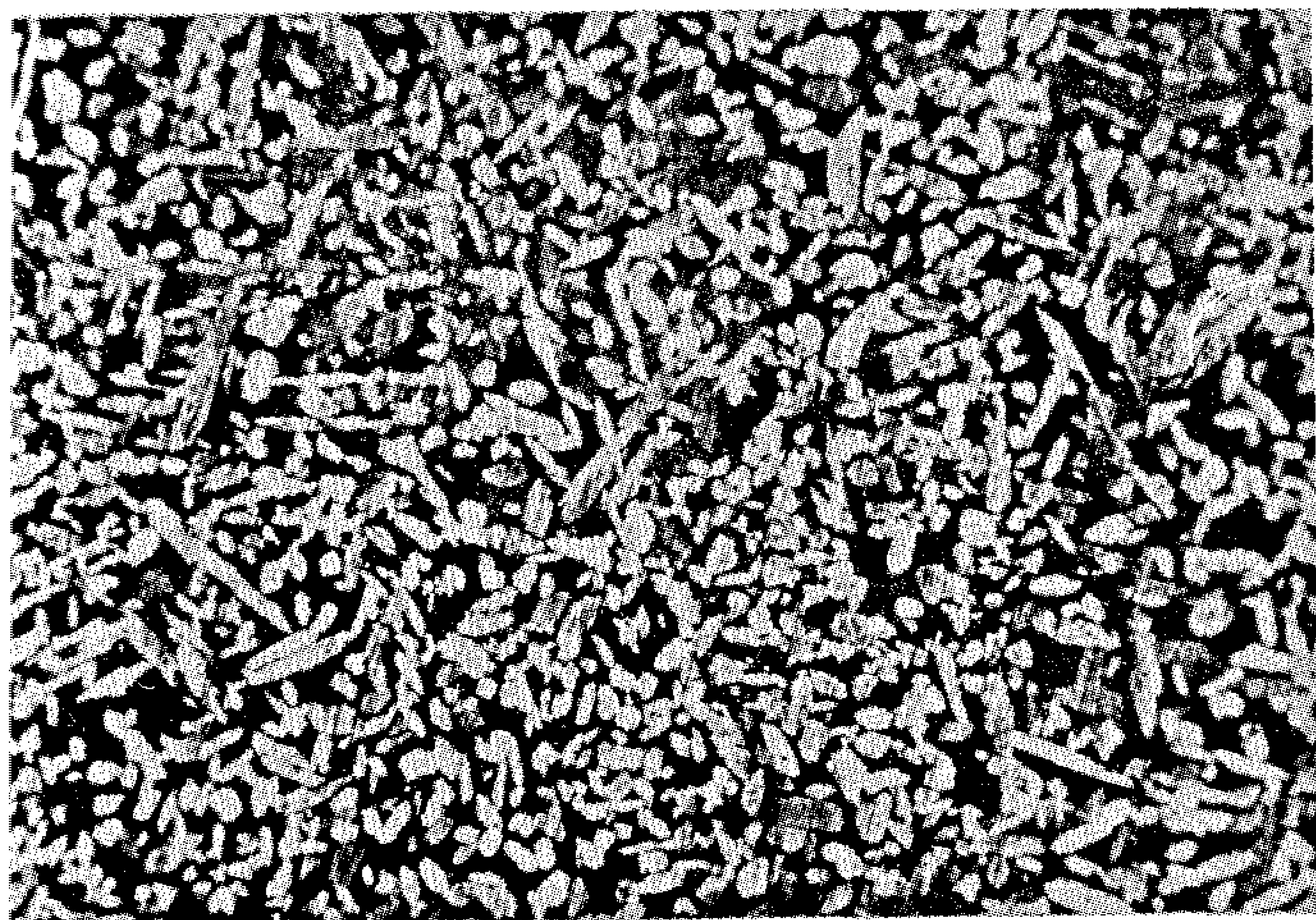


Fig. 3. Martensitic transformation quenching after heating at 950°C. H_v = 165.1 X 50.

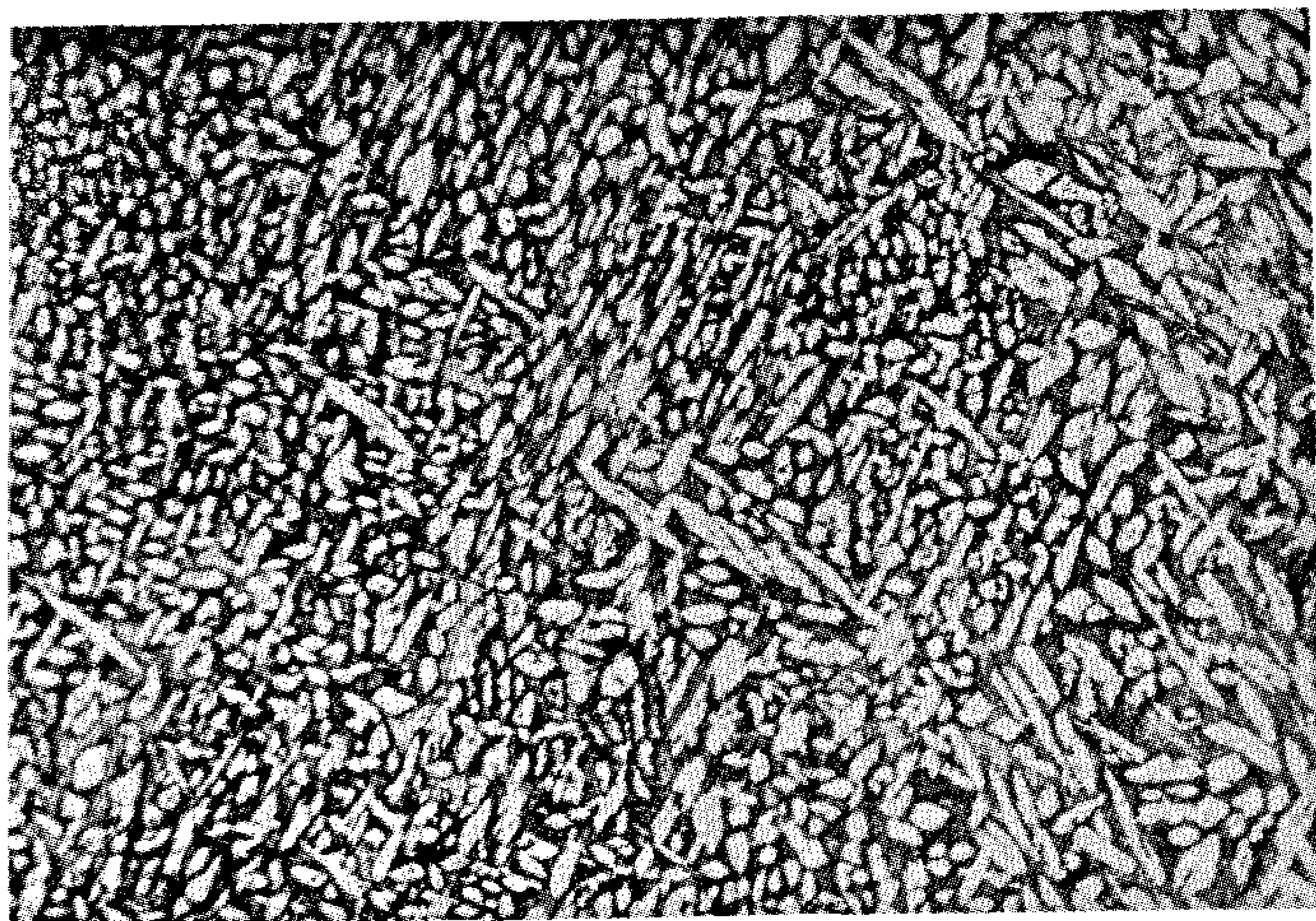


Fig. 4. β - phase transformation to martensite. Quenching after heating at 900°C. H_v = 230.5 X 50.

Figure 6 shows the deformation 50% of sample 1 and its heating at 950°C . The microstructure is normal to the deforming direction. Although the present results support the view that the presence of iron causes the microstructural refinement of the as-cast alloy, there is a difference of opinion[8] concerning the mechanism by which this refinement

Sample (1)

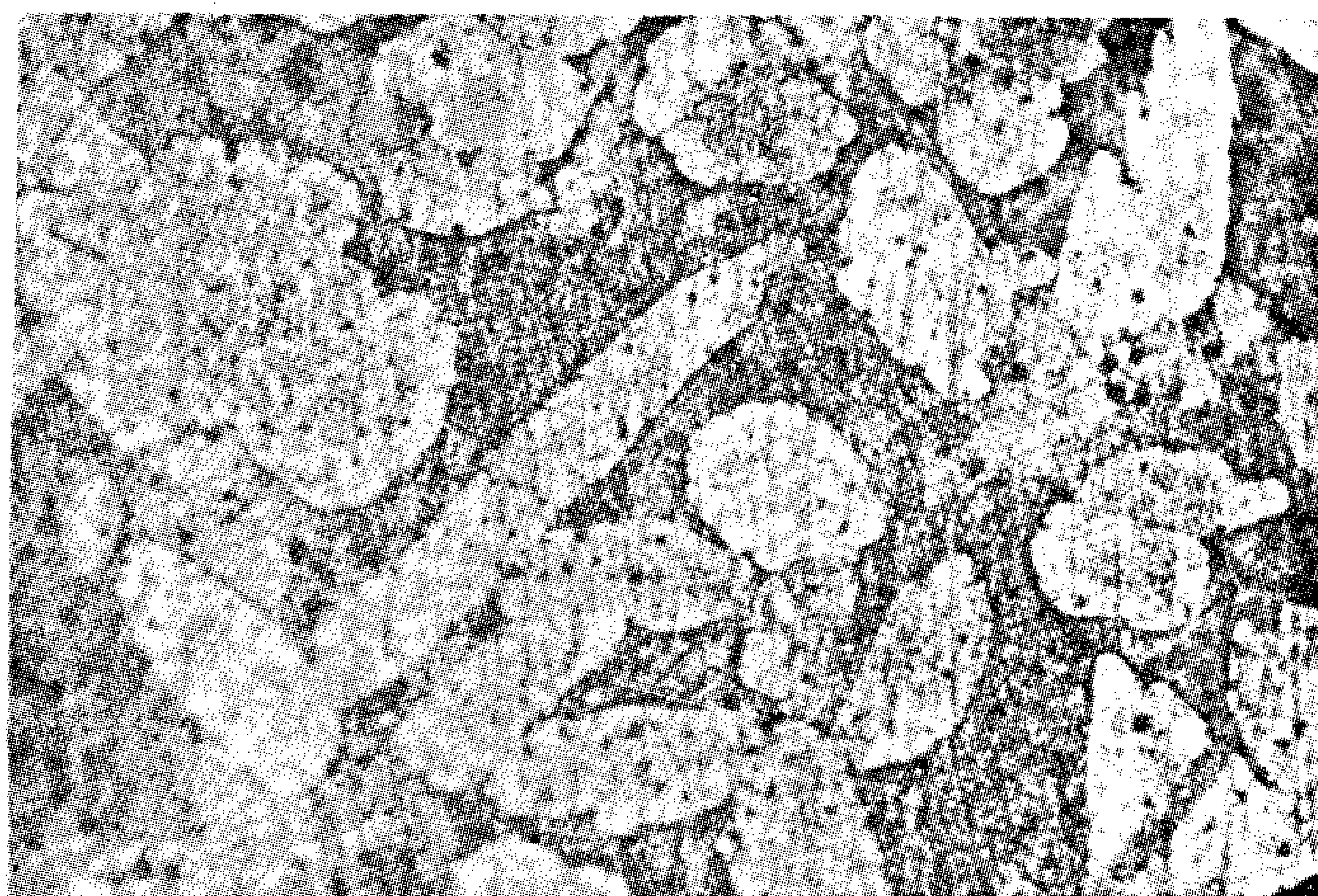


Fig. 5. Intermetallic compound containing Fe. heating at 750°C followed by quenching.



Fig. 6. Precipitation of Fe in B-deformation 50% by compression. heating at 950°C followed by quenching. X 200 H_v = 259. The Micro - structure is normal to the deforming direction.

provided.

The main constituents of samples 1 & 2 :

Sn	Zn	Fe	Ni	Al	Si	Mn	Cu%
Sample 1							
0.09	2.2	2.4	0.16	8.9	0.02	0.29	85.8%
Sample 2							
0.04	0.05	0.07	0.04	7.5	0.02	0.07	92.2 %

Hardness valves are determined using constant load 10 Kg. before any heat treatment, then after, the thermal processes, and quenching in water. Temperatures of heat treatment for half an hour are 750°, 900° and 950°C. Deformation by compression is carried out according to ASTM (10, E8, 1983). Metallographic examination before and after heat treatment and 50% deformation is interpretised.

RESULTS AND DISCUSSION

The as-cast microstructure of the alloy No. 1 studied during the present work is shown in Fig. 1.a.

Sample (1)

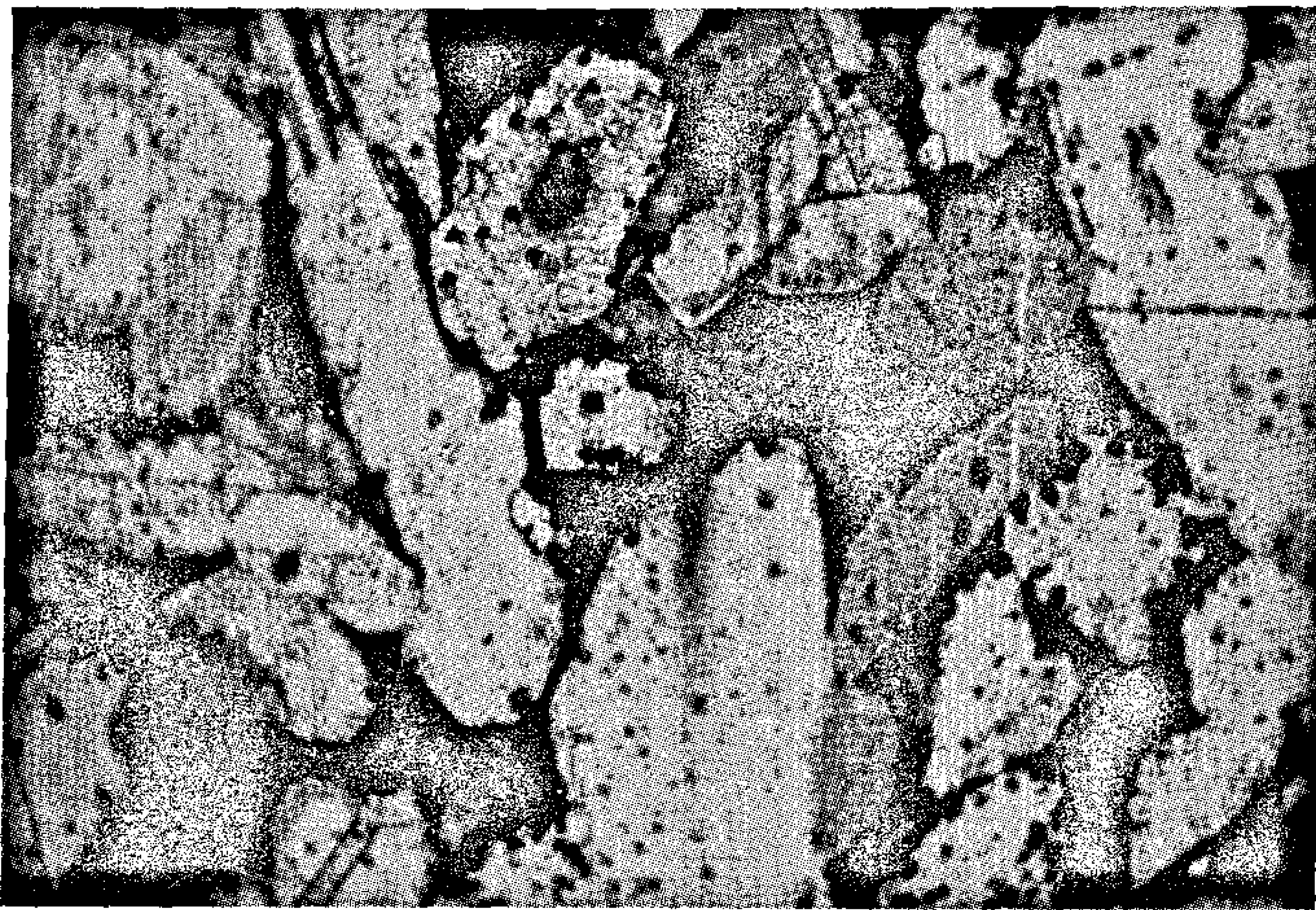


Fig. 1.a. As cast dispersion of intermetallic compound containing Fe in α & β - phases. H_v = 122. X400.

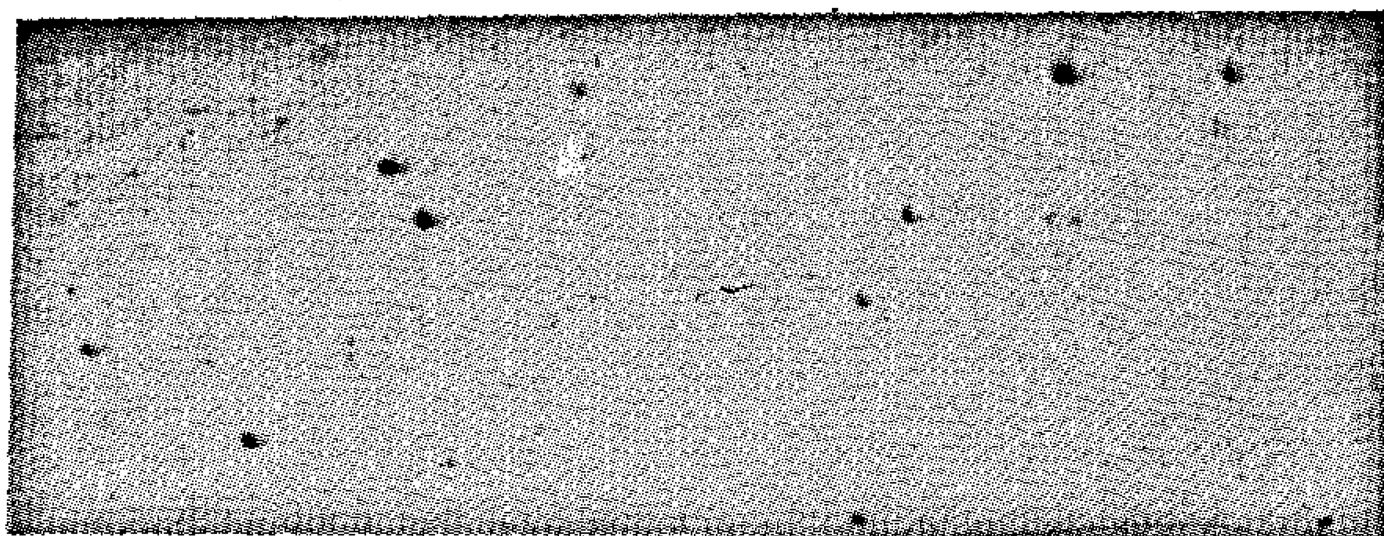


Fig. 1.b. As cast without etching.



Fig. 2. Annealing at 950°C. precipitation of Fe on α - phase. X600.

This microstructure consists of light-etching areas of α - phase which has the Widmanstätten morphology, relatively dark-etching regions of β - phase and a uniform dispersion of intermetallic particles in both α - and β - phases. Most of these grains are rectangular and spherical in shape and have a diameter of ~ 2'µm. The α - phase is an FCC copper rich solid solution. The as-cast microstructure is reported to consist of α - phase and β - phase which is the retained high-temperature bcc phase, and intermetallic compound containing Fe.

This was recognized also as dark points as shown in Fig. Ib for sample 1 (without etching) while for sample 2 it seems white as shown in Fig. 7b, that means no intermetallic compound is present.

Fig. 2 illustrates sample 1 on its annealing at 950°C. This figure shows the precipitation of Fe on the α - phase. It is probable that, on very slow cooling, the β - phase would decompose eutectoidally to give $\alpha + \gamma_2$. The effect of the addition of 2% Fe on the aluminium bronze is studied by May[7] who reported that iron additions of this order only slightly modified the binary phase diagram and that particles of iron were precipitated in both α - and β - phases. The solubility of Fe in both α - and β is increased with increasing Al-content. The iron-rich particles during the early stages of solidification which inhibit the growth of the β - grains with a consequent reducton in the scale on which the α- and β - phases are distributed in the as-cast microstructure.

HEAT TREATMENT EFFECT ON SOME ALUMINIUM BRONZES

By
*O.A. EL-SHAHAT, M. Dawood, and M. A. Moustafa

ABSTEACT

Two different samples of cast aluminium bronzes were chemically analyzed. They were subjected to heat treatment processes (750 - 950°C) and deformation by compression. The as-cast microstructure consists of α , β phases. Martensite on quenching (of relative high hardness value) was recognized. Homogenization was improved.

INTRODUCTION

Numerous investigations[1,2] deal with transformation in binary Cu-Al alloys, because of the analogy to Fe-C alloys. The transformation region follows the classic C-shaped curve in the TTT diagram. This curve is influenced by ordering process. A coarse eutectoid structure is formed at relatively low temperatures.

At low temperatures, there are, moreover, processes which have been described as anneal hardening[2] or as shortrange ordering. These processes are enhanced by previous cold working[3].

During slow heating, the phase transformations that occur are similar to those found during annealing in the salt bath,[4] especially with respect to the transformation sequence[4], and the needle-like microstructure.

Most of the results in the literature refer only to small workpieces. The properties of quenched and tempered samples have been related to practical cooling conditions. A specially good combination of properties can be achieved by tempering at 600°C, i.e. above the eutectoid temperature. In this case the ductility is exceptionally high and the strength is also increased. The mechanical properties depend on microstructure in a similar way to that of the binary alloys. The strength, however is slightly higher, and the ductility somewhat lower. Annealing is recommended as a homogenization treatment of castings. Little information is available in the literature concerning properties in the quenched and tempered Cu-Al-Si[5].

During the first stages of tempering, a redistribution of stacking faults and annealing out of dislocations leads to a maximum value of strength. This maximum, after only a slightly longer tempering time, is followed by a minimum in strength and a maximum in ductility. Addition of Te and Ni also produces an important improvement in the resistance to annealing. There are not enough results available concerning the optimization of the chemical composition after heat treatment (quench and tempering). Most of the results quoted for the optimization of chemical composition are for alloys in the as-cast condition[5]. It is not possible to compare these results directly with those obtained in the quenched and tempered state. The martensitic transformation is of minor importance with regard to strength increase via quenching.

Aluminium bronzes have many applied and industrial uses, e.g.; fluid control valves, pump casting, hydraulic valves, and bearing surface. Aluminium bronzes are applied extensively in marine enviroments.

Aluminium bronzes do not cause sparking when subjected to impact against a ferrous object. In view of their high strength, these alloys are among the most favoured for applications where this is important. They may therefore be safely selected for non sparking tools and equipment for handling combustible mixtures as explosives.

EXPERIMENTAL

Two samples of cast aluminium bronze are

* Assoc. Prof., Assistant, & Researcher respectively at Heat Treatment Lab., CMRDI, Helwan, El-Tabbin, Cairo.

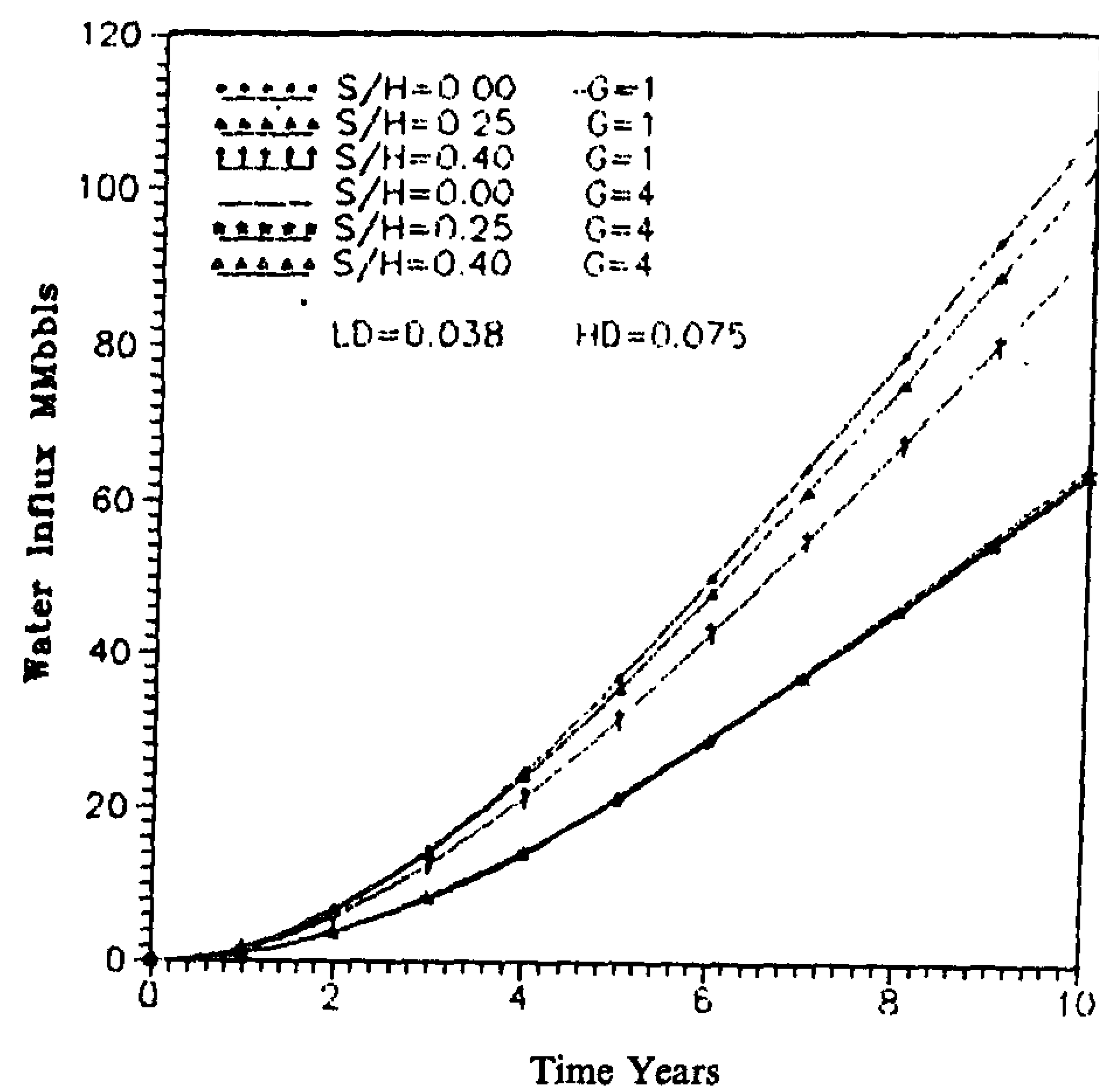


Fig. 9 - Effect of h. well eccentricity on w. influx.

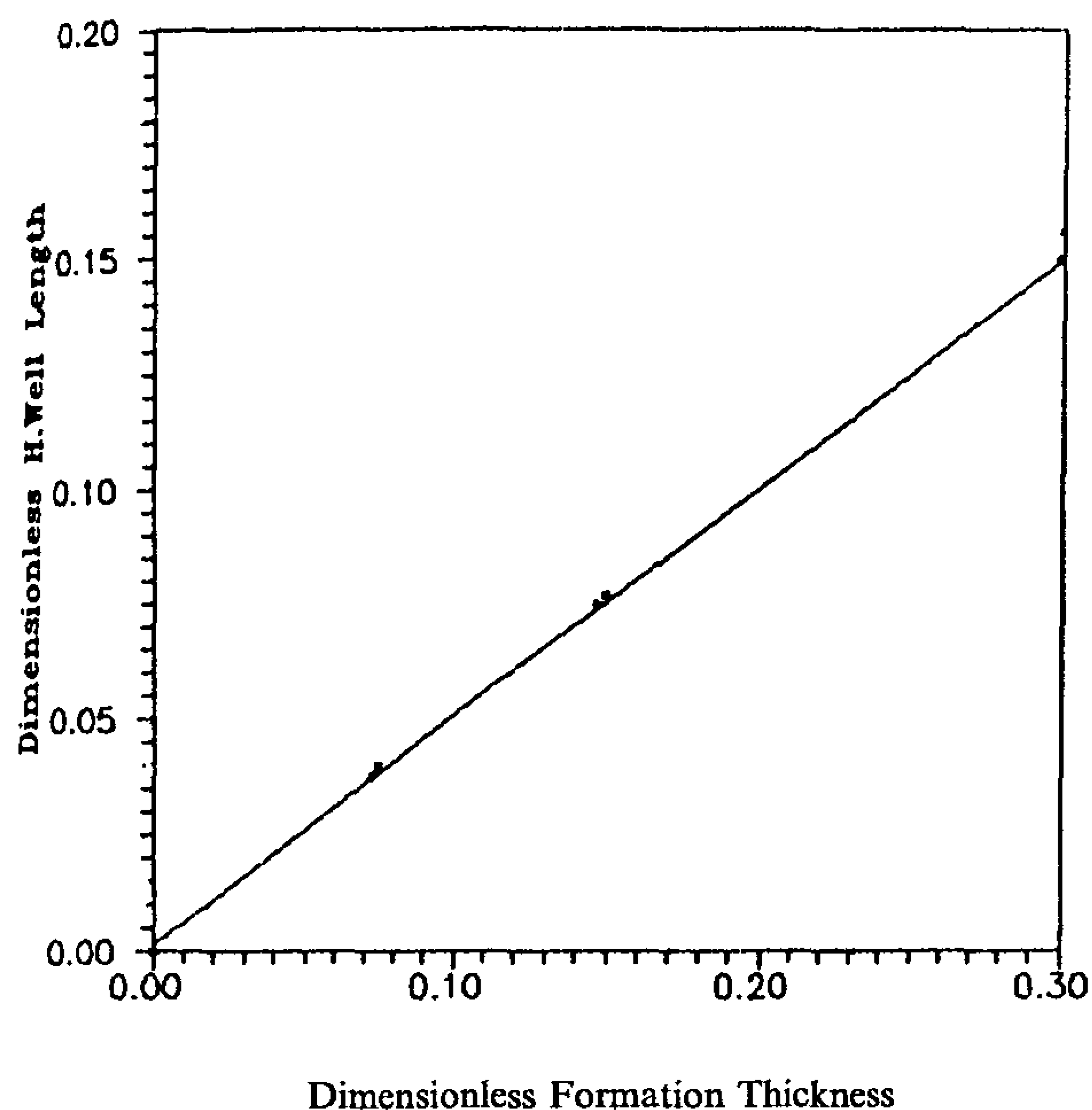


Fig. 5 - Critical dimensionless h. well length (IDC) vs. dimensionless formation thickness (HD).

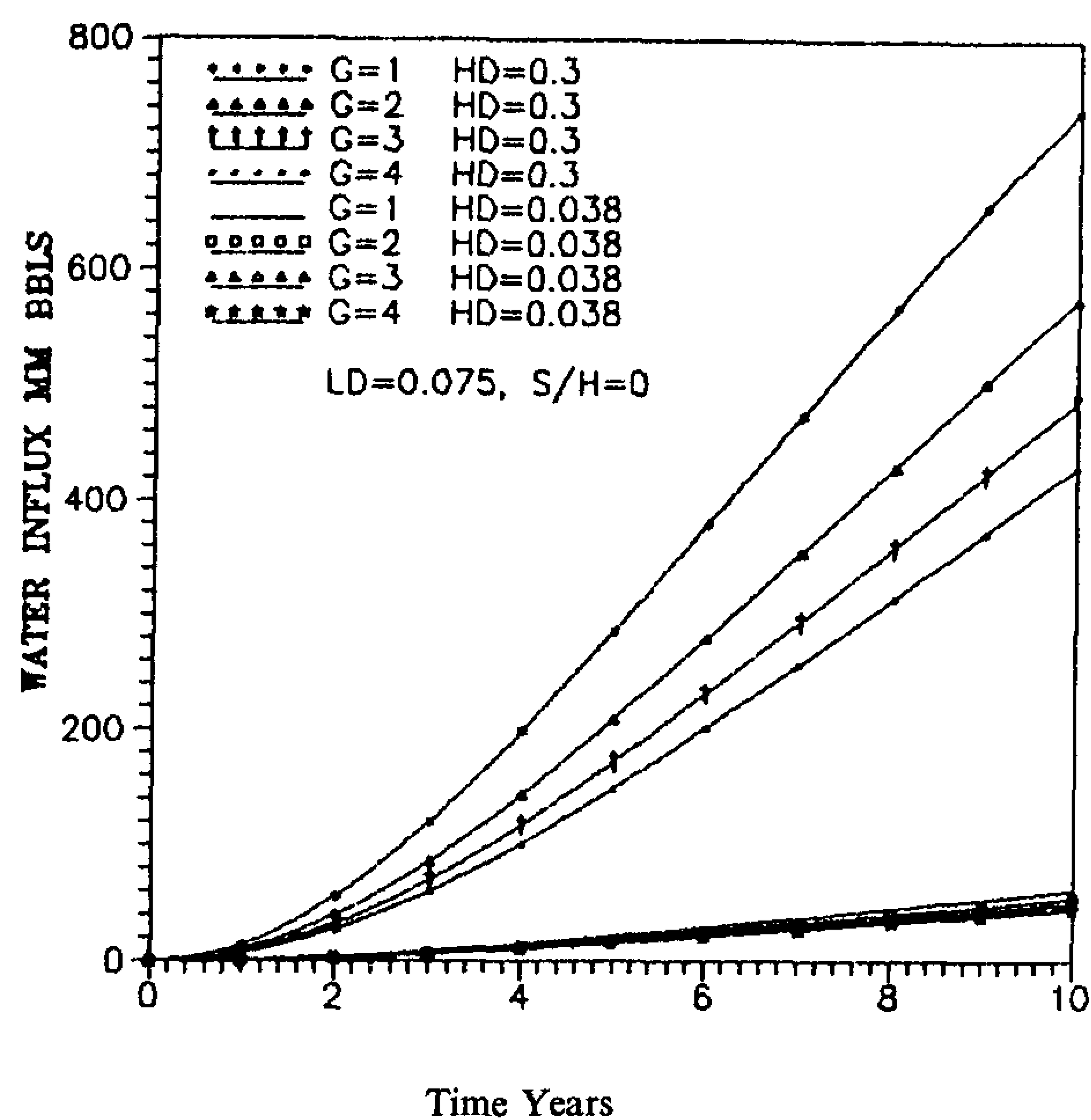


Fig. 7 - Effect of res. anisotropy on w. influx for formation producing by h. wells.

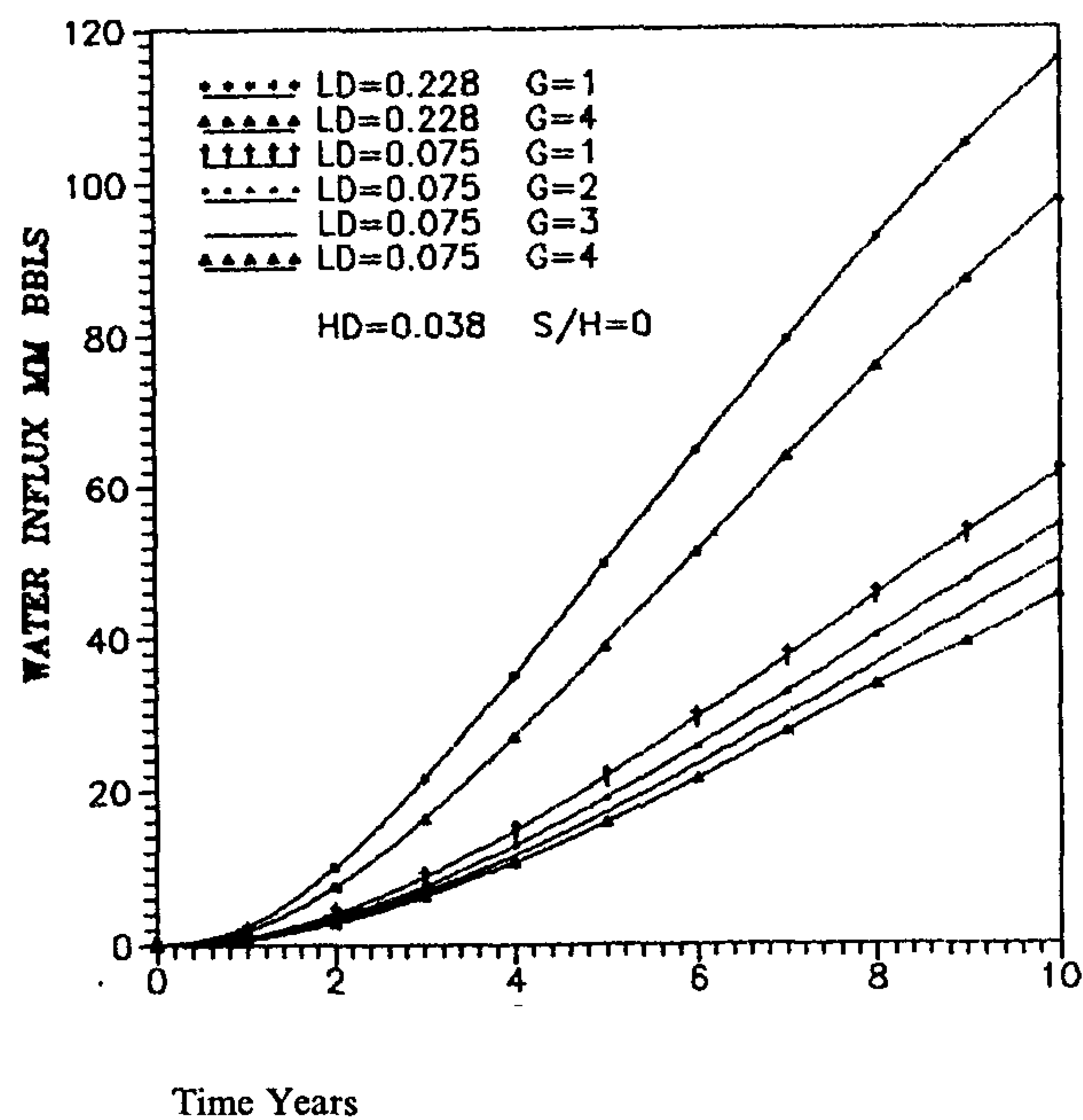


Fig. 6 - Effect of res. anisotropy on w. influx for formation producing by h. wells.

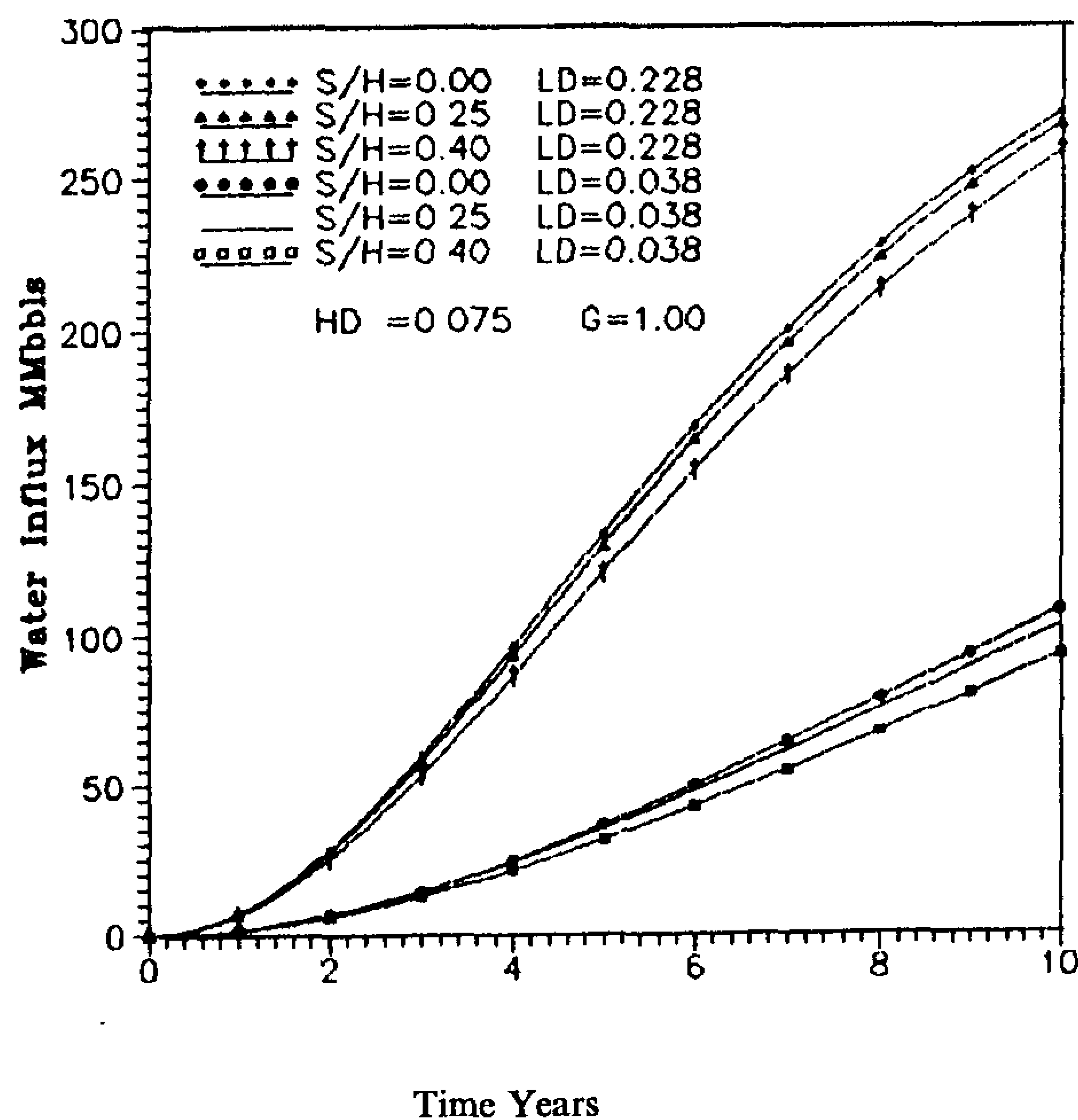


Fig. 8 - Effect of h. well eccentricity on w. influx.

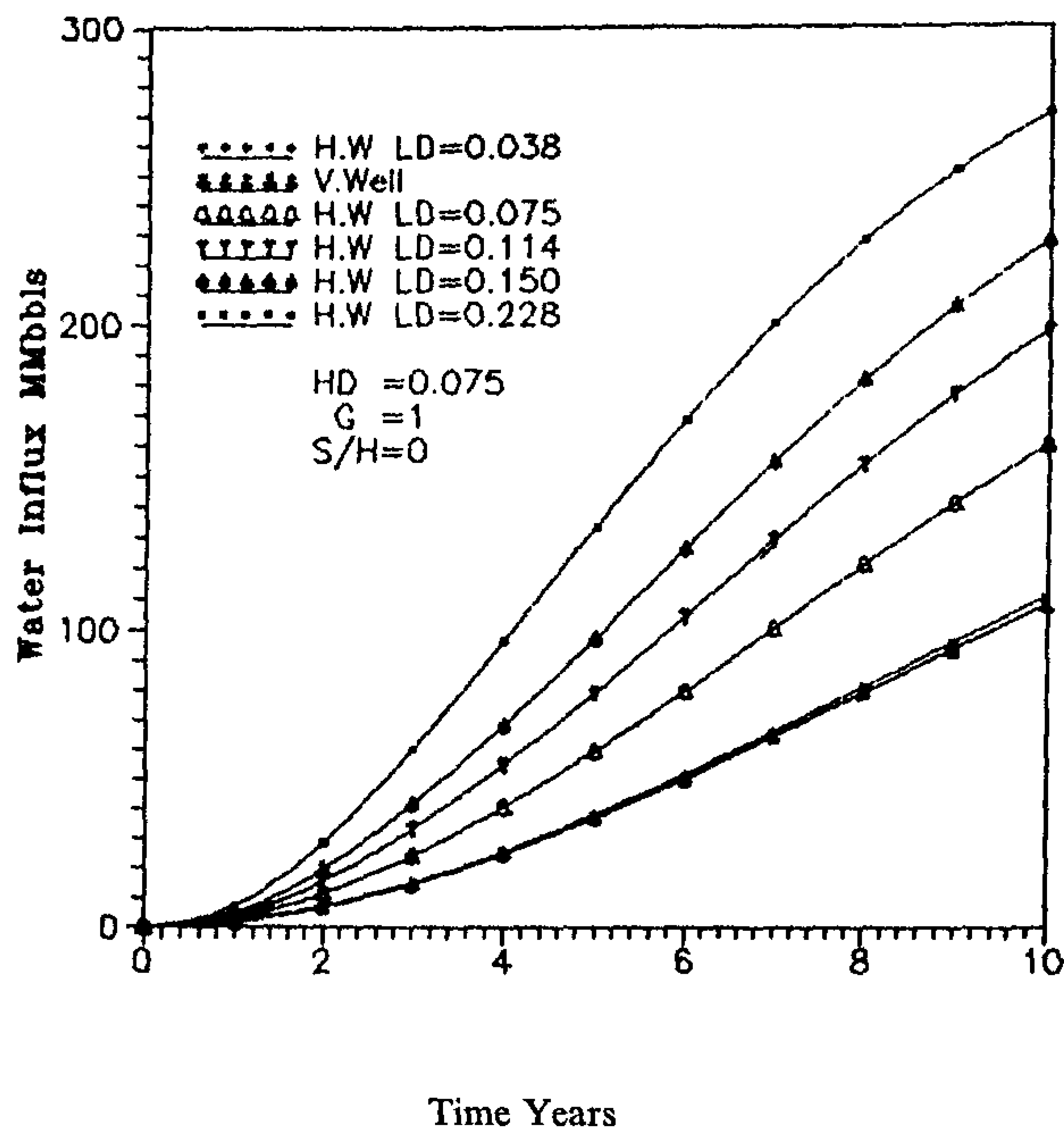


Fig. 1 - Effect of h. well length on water influx

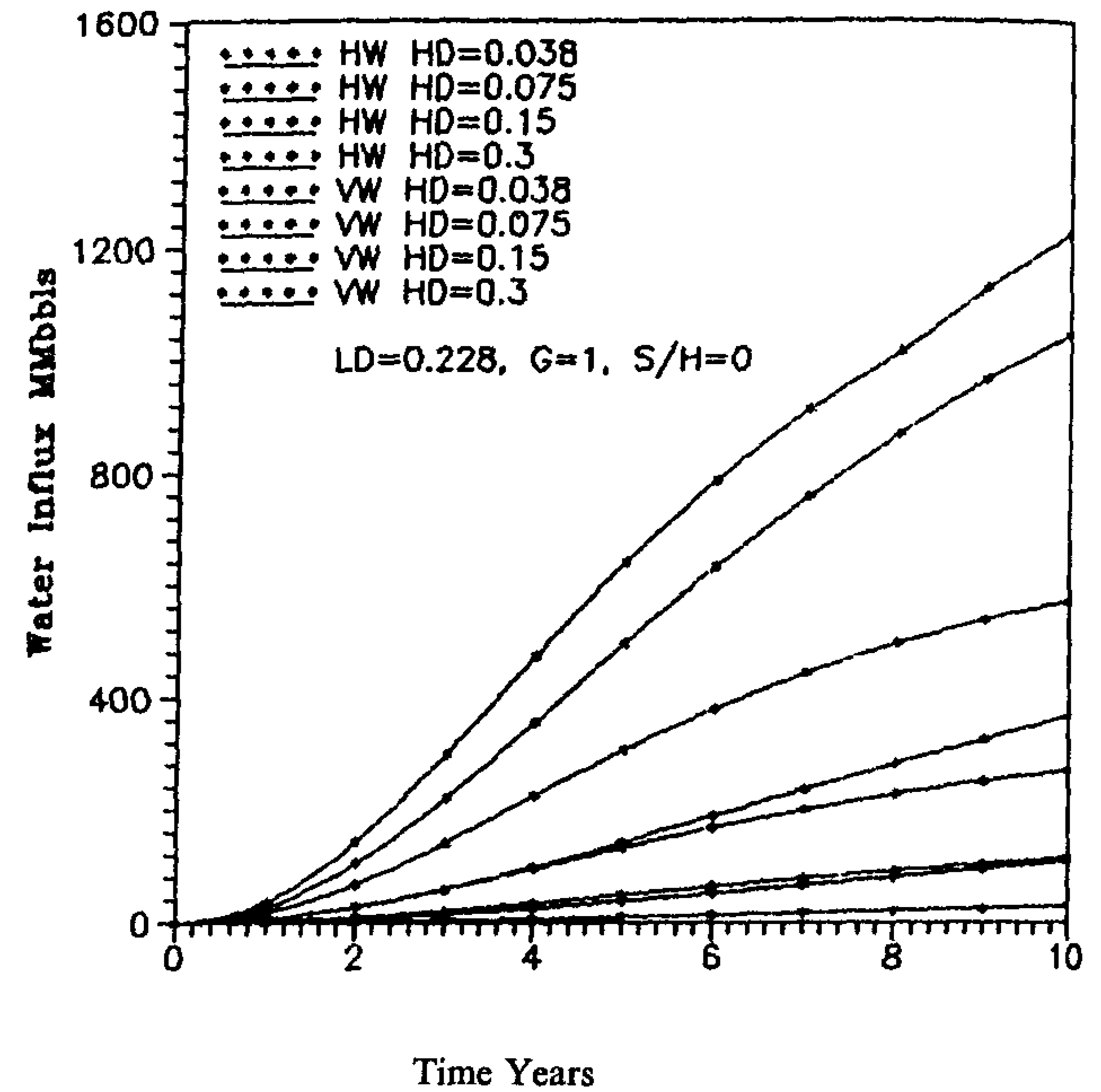


Fig. 3 - Effect of formation thickness on w. influx for formation producing by h. wells

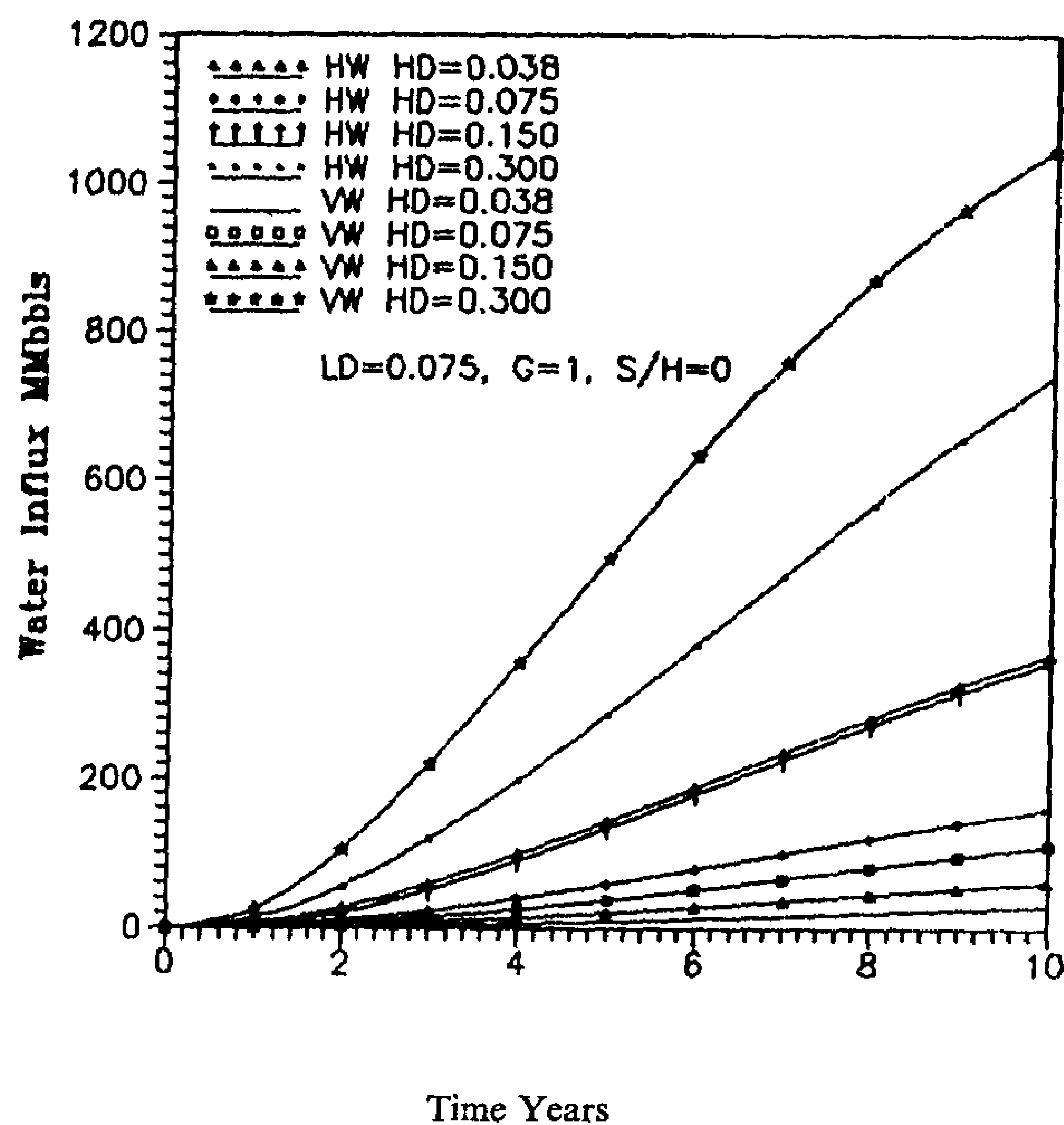


Fig. 2 - Effect of formation thickness on w. influx for formation producing by h. wells

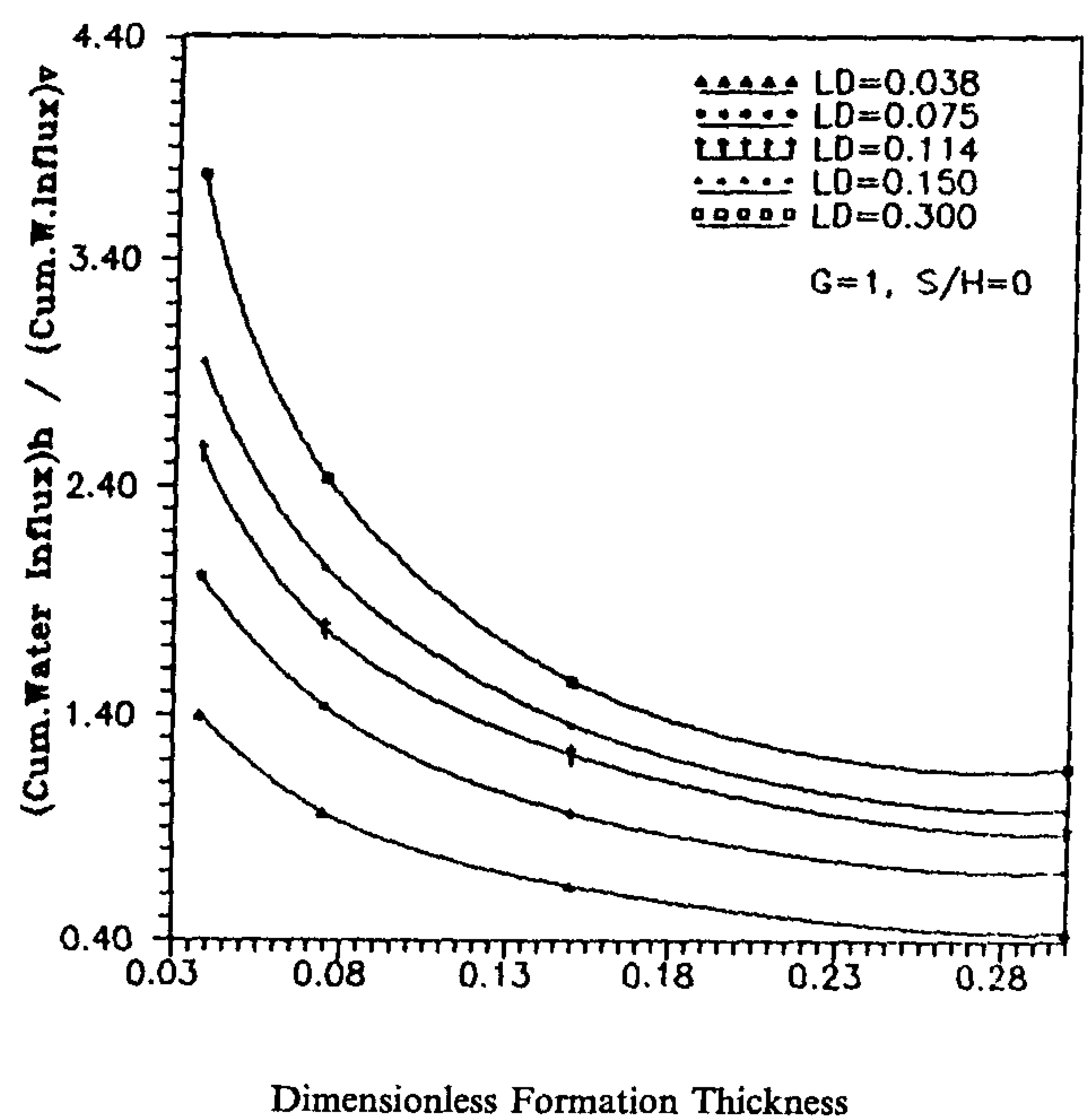


Fig. 4 - Effect of formation thickness on the water influx ratio (Weh/Wev).

L = Horizontal well length, ft.

L_D = Dimensionless horizontal well length.

L_{DC} = Critical dimensionless horizontal well length.

P = Reservoir pressure at the oil water contact, psia

$\bar{P}_a$ = Average pressure in the aquifer, psia.

P_i = Initial aquifer pressure, psia.

P_D = Dimensionless pressure = [In(re/rw)-0.75].

$\bar{P}_n$ = Average reservoir boundary pressure, psia.

q_w = Water influx rate bbls/day.

r_a = Aquifer radius, ft.

r_e = Oil drainage radius, ft.

r_o = Oil reservoir radius, ft.

$\bar{r}_w$ = Vertical well radius, ft.

$r_{\bar{w}}$ = Effective wellbore radius of a horizontal well, ft

t = Time, Years.

W_e = Cumulative water influx resulting from the pressure drop, bbls.

W_{ei} = The initial amount of encroachable water and represents the maximum possible expansion of the aquifer = CWi Pi, bbls.

W_i = Initial volume of water in the aquifer, bbls.

ΔW_{en} = Water influx for the n^{th} time period, bbls.

W_{eh} = Water influx to formation producing by horizontal wells, bbls.

W_{ev} = Water influx to formation producing by vertical wells, bbls.

β_w = Water formation volume factor, bbl/stb.

ϕ = Formation porosity.

θ = Encroachment angle.

S = Horizontal well eccentricity, ft.

S_D = Dimensionless horizontal well eccentricity.

μ_w = Water viscosity, cp.

REFERENCES

1. *Reiss, L.H., "Production from Horizontal Wells after 5 Years, Journal of Petroleum Technology, PP. 1411-1416, November 1987.*

2. *Dake, L.P. "Fundamental of Reservoir Engineering," Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1978.*

3. *Joshi, S.D., "Augmentation of Well Productivity Using Slant and Horizontal Wells, "Journal of petroleum Technology, PP. 729-739, June 1988.*

4. *Morities, G., "Horizontal Drilling Scores More Success," Oi and Gas Journal, PP. 53-64, Feb. 26, 1990.*

5. *Craft, B.C. and M.F. Hawkins, "Petroleum Reservoir Engineering" Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1959.*

6. *Joshi, S. D., "Horizontal Well Technology" Penn Well Books, Tulsa, Oklahoma, 1990.*

thickness on water influx for formations producing by both horizontal and vertical wells. For thick formations ($H_D > 0.15$) it is apparent that water influx, in the case of horizontal wells, is greater than that in the case of vertical wells.

The effect of formation thickness on water influx ratio (Weh/Wev) for different values of (L_D) is indicated in Figure (4). This can be used to calculate the critical values of horizontal dimensionless well length (L_{DC}) at which the water influx ratio equals 1.0. This was plotted versus dimensionless formation thickness (H_D) as shown in Figure (5). The plotted correlation represents a straight line relationship, the equation of which may be expressed as follows:

$$L_D = 1.98\ H_D - 0.0075 \qquad (8)$$

Equation (8) is very useful for the determination of the minimum horizontal well length at which Weh = Wev for a certain value of H_D. Thus if the horizontal well length is less than its critical value (L_{DC}), water influx can be calculated as if it were a vertical well.

(3) EFFECT OF RESERVOIR ANISOTROPY

In case of a reservoir with different horizontal and vertical permeabilities, the influence of reservoir anisotropy can be accounted for by modifying the formation thickness as :

$$H = H\,(K_h/K_v)^{1/2} = H\,(G)^{1/2} \qquad (9)$$

The effect of reservoir anisotropy (G) on water influx for formation producing by horizontal wells is shown in Figures (6) and (7). In these figures dimensionless horizontal well length (L_D) and dimensionless formation thickness (H_D) are parameters. In addition, as shown in Figure (6), the effect of reservoir anisotropy on water influx is the same for both long and short horizontal wells. Also, Figure (7) indicates the effect of reservoir anisotropy which increases with formation thickness. Therefore, the effect of reservoir anisotropy on water influx should be taken into account, especially for thick formations either for short or long horizontal wells.

(4) EFFECT OF DIMENSIONLESS WELL ECCENTRICITY

For anisotropic formations, Figure (8) indicates that water influx decreases as the well eccentricity increases for either short or long horizontal wells. However, for the case of anisotropic formations ($G > 1$), the effect of well eccentricity on water influx decreases as the value of (G) goes up. This is shown in Figure (9).

CONCLUSION

Using the modified water influx equations proposed in this study, the principal results can be indicated as follows:

(1) In the case of isotopic formations:

a - Water influx to formations producing by horizontal wells is greater than that producing by vertical wells when:

i- The length of the horizontal well is greater than 0.16 times of the well drainage radius ($Ld > 0.038$).

ii- The dimensionless formation thickness (H_D) is greater than 0.15.

b- Well eccentricity effect increases with the water influx ratio (W_{eh}/W_{ev}) for both cases of short and long horizontal wells (water has no effect for anisotropic formatins).

(2) In the cases of anisotropic reservoirs, water influx ratio (W_{eh}/W_{ev}) decreases by increasing the ratio of (K_h/K_v) especially for thick formations in both cases of short and long horizontal wells.

(3) A straight line relationship between critical dimensionless horizontal well length (L_{DC}) and dimensionless formation thickness (H_D) is developed in this study. The relationship is useful to determine the value at which water influx ratio (W_{eh}/W_{ev}) = 1.

NOMENCLATURE

$\bar{C}$ = Total aquifer compressibility = ($C_w + C_f$), psi^{-1}.

C_w = Formation water compressibility, psi^{-1}.

C_F = Formation compressibility, psi^{-1}.

f = (Encroachment angle)°/360°.

G = K_h/K_v.

H = Formation thickness, ft.

H_D = Dimensionless formation thickness.

$\bar{H}$ = Modified anisotropic formation thickness, ft.

J_v = Productivity index of vertical well, bbls/day/psi.

J_h = Productivity index of horizontal well, bbls/day/psi.

K_h = Horizontal permeability, md.

K_v = Vertical permeability, md.

$$J_h = \frac{7.08 \times 10^{-3} f K H}{\mu_w \beta_w [\ln (re/\bar{rw}) - 0.75]} \qquad (4)$$

where:

$$\bar{r_w} = \frac{L}{4} \left[\sin \left(\frac{4r_w}{H (K_h / K_v)^{1/2}} * 90^o \right)^{*} \right.$$

$$\left. \cos \left(\frac{S}{H(K_h/K_v)^{1/2}} * 180^o \right)^{H(K_h/K_v)^{1/2}/L} \right] \qquad (5)$$

According to Fetkovitch, a difference form of equation (2) was used to eliminate the need for superimposition by calculating the influx during the n th time period as

$$\Delta w_{en} = \frac{w_{ei}}{P_i} (\bar{P}_{an-i} - \bar{P}_n) (1 - e^{- J_i P_n \ \Delta t/W_{ei}}) \qquad (6)$$

where:

$$\bar{P}_{an-1} = P_i \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{n=1} \Delta W_{ei}}{W_{ei}} \right) \qquad (7\text{-a})$$

$$\bar{P}_n = \frac{P_{n-1} + P_n}{2} \qquad (7\text{-b})$$

In this study, equations (3), (4), (5) , and (6) were used to calculate the water influx for oil formation producing by both vertical and horizontal wells. This was performed for different circumstances such as horizontal well length (L_D = L/4ro), formation thickness (H_D=H/2ro), formation anistropy ($G=K_h/K_v$), and horizontal well eccentricity (S_D=S/H)[3].

CALCULATIONS AND RESULTS

The field data used in this study is represented in the following tables:

Symbol	Value
r_a	50000 ft
r_o	10000 ft
r_e	660 ft
r_w	0.5 ft
k_h	200 md
μ_w	0.55 cp
β_w	1 bbl/STB
C_w	$3*10^{-6}$ psi^{-1}
C_F	$4*10^{-6}$ psi^{-1}
ϕ	0.25
θ	360°

Time, Years	Pressure, psia
0	2740
1	2500
2	2290
3	2190
4	1949
5	1818
6	1702
7	1608
8	1535
9	1480
10	1440

The effect of considered factors: dimensionless horizontal well length (L_D = L/4ro), dimensionless formation thickness (H_D = h/2ro), formation anistropy, and dimensionless well eccentricity (S_D = S/H) were discussed as follows:

(1) EFFECT OF DIMENSIONLESS HORIZONTAL WELL LENGTH

Practically, the length of a horizontal well varies from about 100 feet to 4500 feet. According to the reservoir properties[4] the following dimensionless length (L_D = 0.038, 0.075, 0.144,0.15 and 0.228) were used to study the effect of horizontal well length.

As shown in Figure(1), generally, water influx for formations producing by horizontal wells increases with the increasing of a horizontal well length if compared with that of a vertical well. However, for the values of L_D = 0.038, it is shown that there is no difference between water influx for both vertical and horizontal wells. So, it is recommended that the dimensionless length of a horizontal well should be greater than 0.038 (L_D >0.038) and this means that the length should be more than 0.16 times of the well drainage radius to be more preferable than a vertical well. In addition, for short horizontal wells (L_D<0.038) water influx can be calculated by means of either Van Everdingen and Hurst, Fetkovitch, or this new approach.

(2) EFFECT OF DIMENSIONLESS FORMATION THICKNESS

Figures (2) and (3) show the effect of formation

AN ALTERNATIVE METHOD FOR THE DETERMINATION OF WATER INFLUX TO OIL FORMATIONS PRODUCED BY HORIZONTAL WELLS

By
Dr. Mohamed Moustafa*

ABSTRACT

Water influx equations for formations producing by vertical wells have been modified to become suitable for producing formations by horizontal wells. Dimensionless analysis was used to study different factors affecting the productivity from horizontal wells such as well length, formation thickness, formation anistropy, and well eccentricity.

A new simple and useful correlation between critical dimensionless horizontal well length and dimensionless formation thickness was developed in the form of a straight line.

INTRODUCTION

Recently a lot of horizontal wells have been drilled in some areas around the world. The major purpose of a horizontal well is to increase the area of formation contact with the well and thereby, enhance well productivity[1]. Most oil reservoirs are bounded on a portion or all of their peripheries by aquifers, and their main driving force is bottom water drive.

Fetkovitch, and Van Everdingen and Hurst equations were used for calculating water influx to the formations producing by vertical wells. Some vertical well are converted to horizontal wells and many new wells are drilled horizontally to develop the producing formations.

The goal of this study is to modify the used water influx equations to be suitable for formation producing by horizontal wells. This modification is considered as a new approach to calculate water influx for formations producing by horizontal wells.

THEORY AND DISCUSSION

The unsteady state influx method of Van Everdingen and Hurst provides the correct method for calculating the cumulative water influx under conditions of both radial and linear aquifers. It has the disadvantage that calculations performed using this method are complicated due to the complexity of superimposing solutions for each time step. The best method is that proposed by Fetkovitch in 1971. In this approach the flow of aquifer water into a hydrocarbon reservoir is modelled in the same way as the flow of oil from a reservoir into a well. The final form of Fetkovitch's equation[2] to calculate the cumulative water influx is written as follows:

$$w_{ev} = \frac{w_{ei}}{P_i}(P_i - P)(1 - e^{-J_v P_i t/W_{ei}}) \qquad (1)$$

In this study to apply equation (1) for oil formation producing by horizontal wells, it was modified by replacing the productivity index of vertical wells (J_v) by the productivity index of horizontal wells (J_h) to become:

$$w_{eh} = \frac{w_{ei}}{P_i}(P_i - P)(1 - e^{-J_h P_i t/W_{ei}}) \qquad (2)$$

where:

$$J_v = \frac{7.08 \times 10^{-3} f K H}{\mu_w \beta_w [\text{In}(re/rw) - 0.75]} \qquad (3)$$

* Ass. Prof., Suez Canal Univ., Faculty of Pet. And Min. Eng.

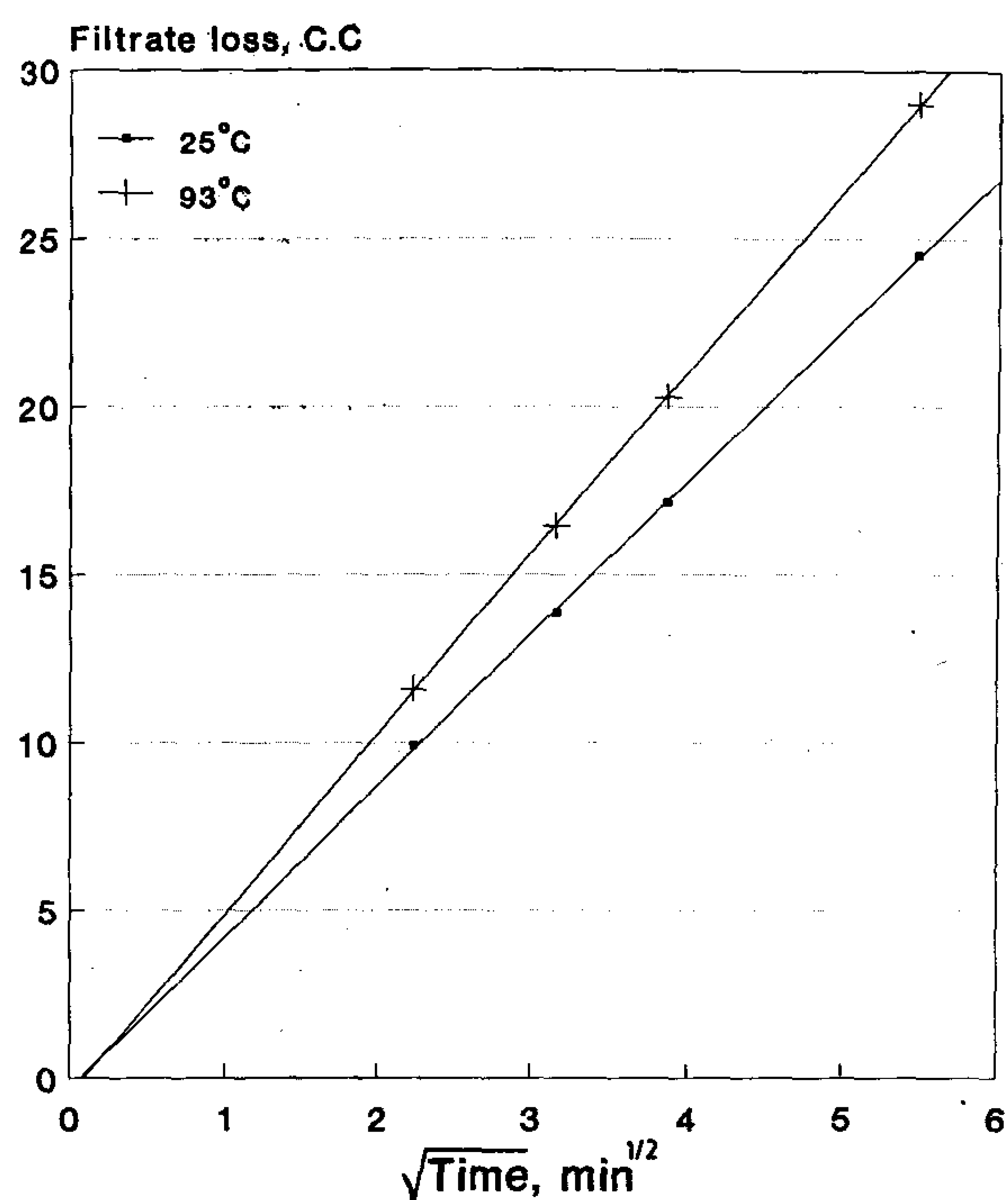


Fig. 18 - Fltration loss vs. time for WDF6 at 26 C and 93 C

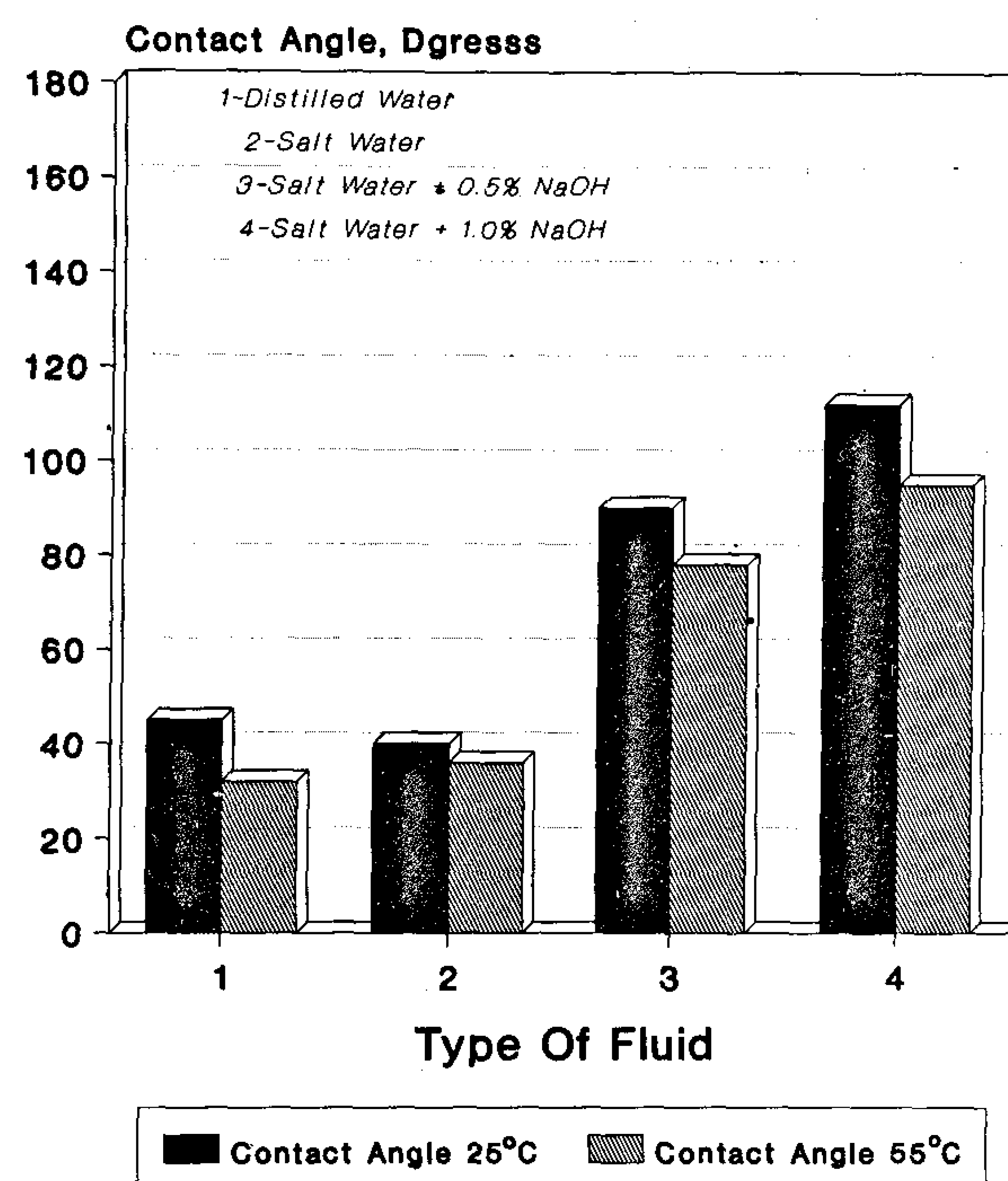


Fig. 20 - Contact angle vs. NaOH concentration in salt water

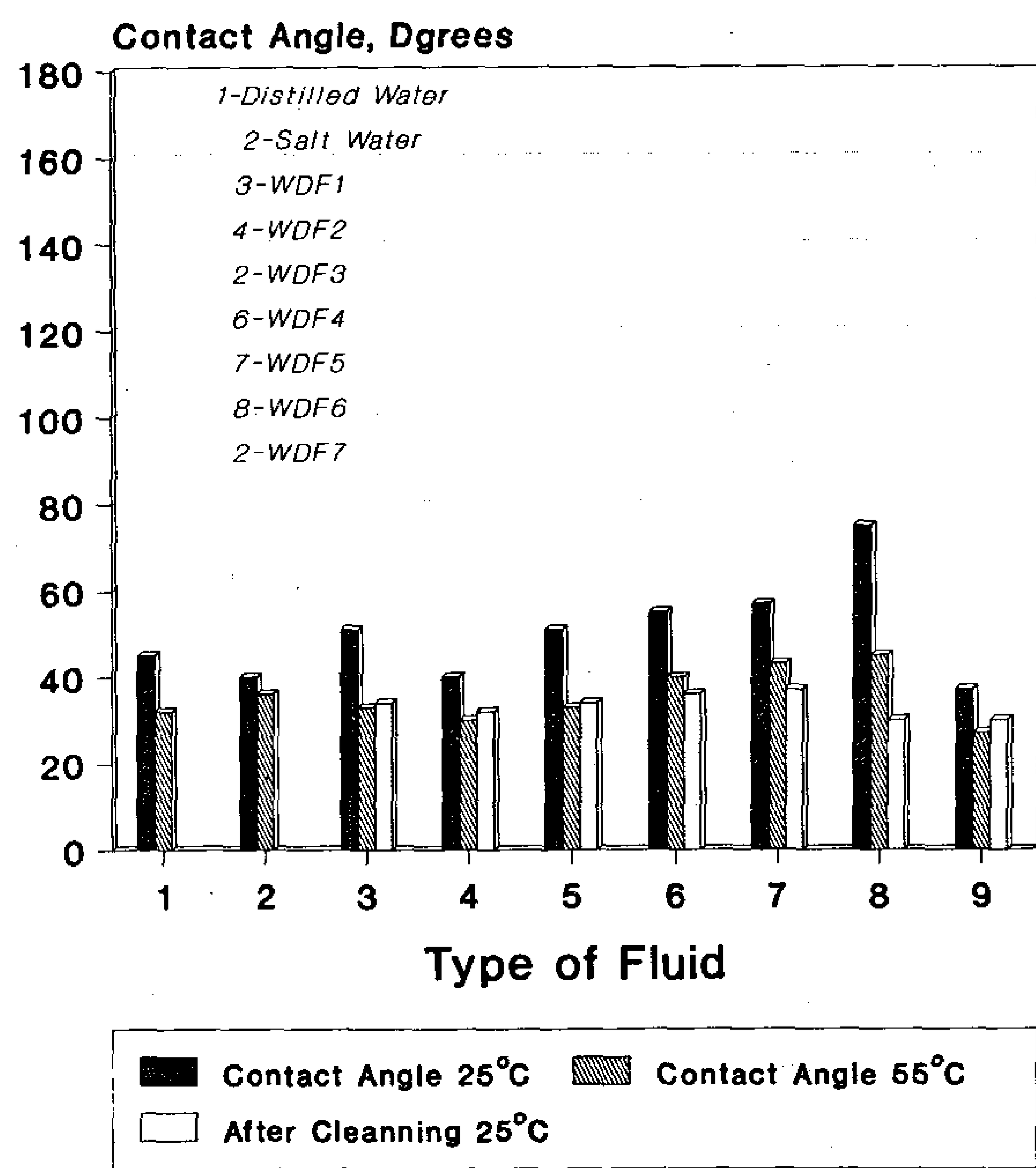


Fig. 19 - Contact angle vs. water-based drilling fluids.

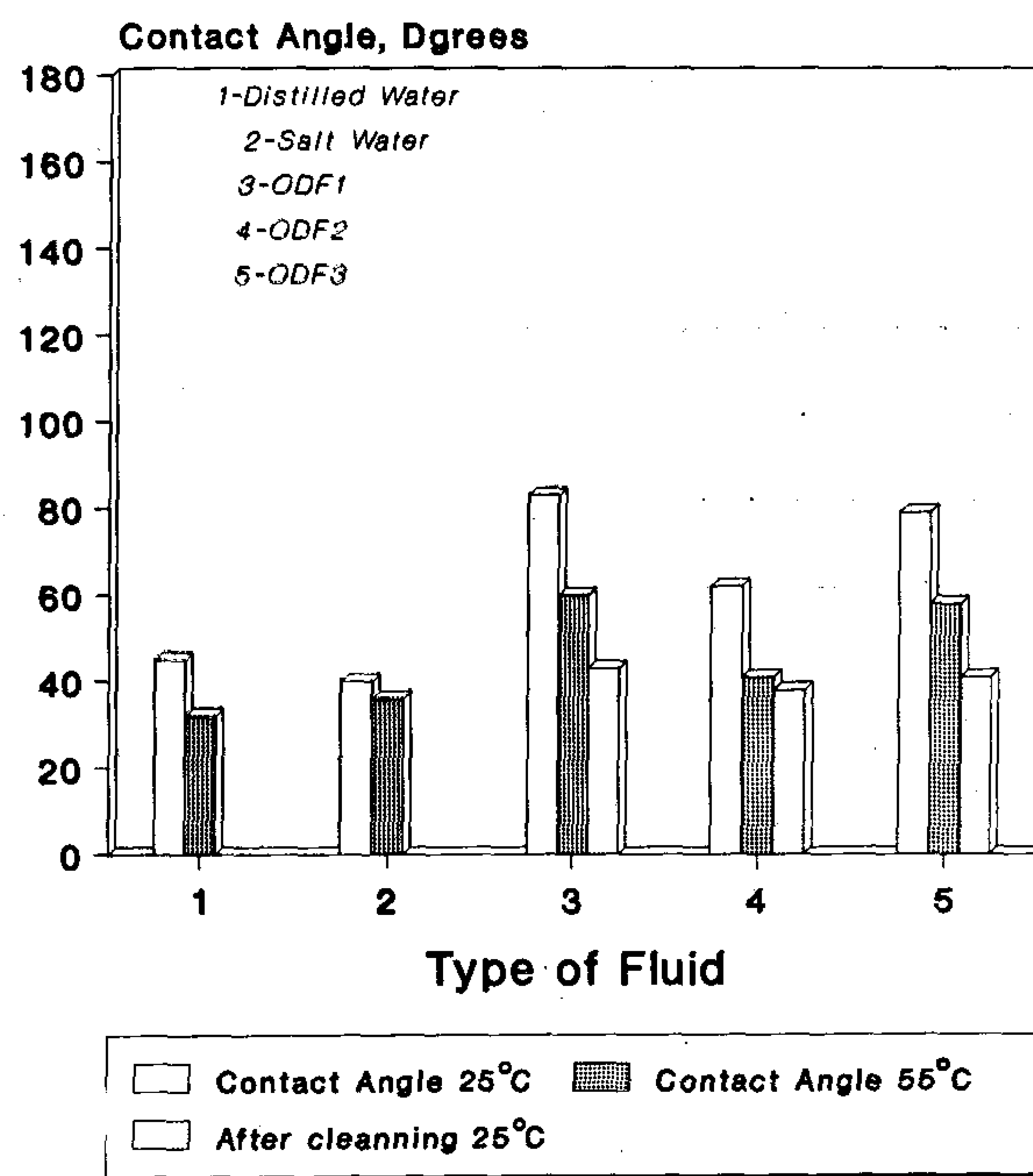


Fig. 21 - Contact angle vs. oil-based drilling fluids.

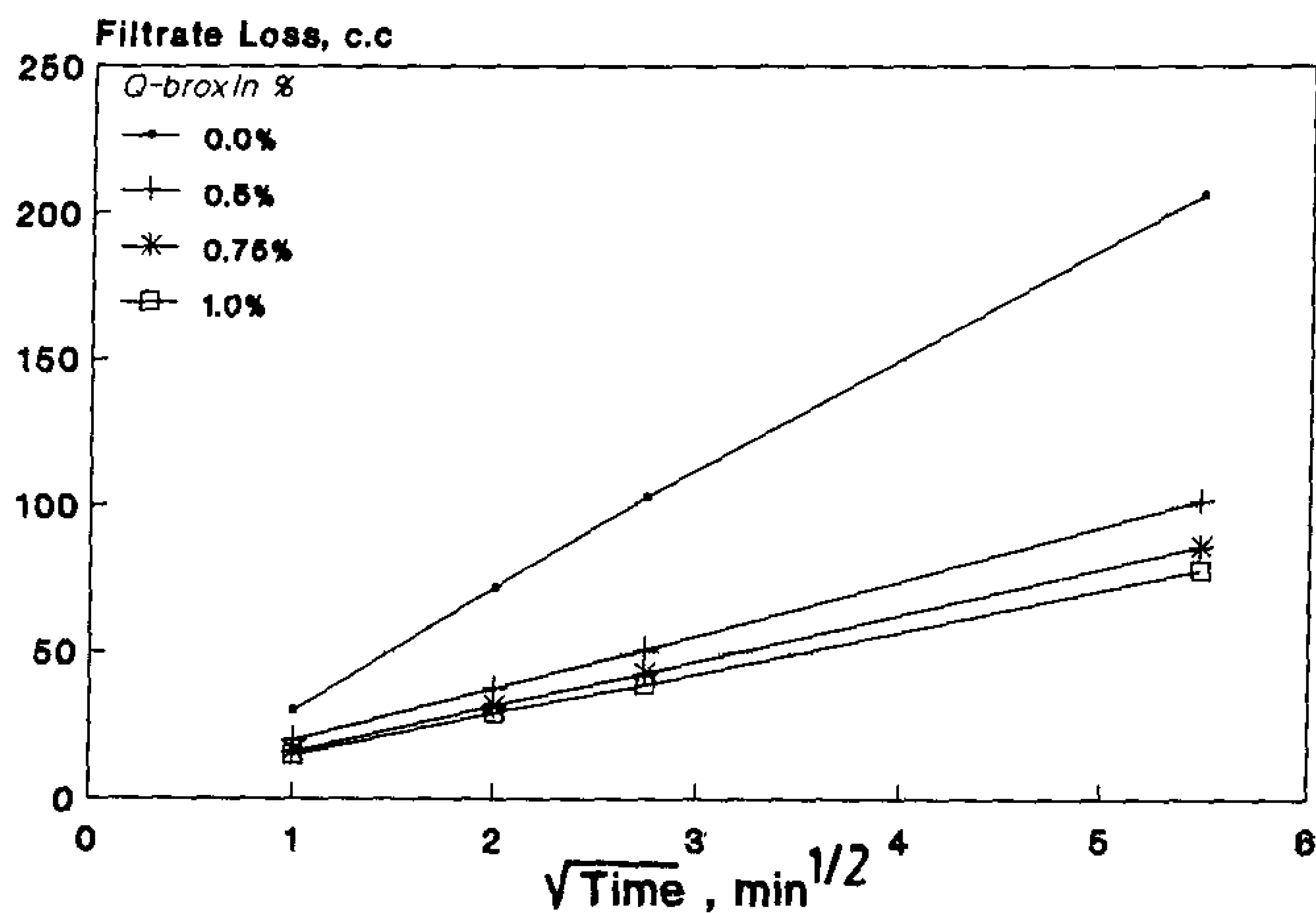


Fig. 14 - Effect of Q - broxin on the filtrate Loss for 6,5% attapulgite suspension with 0.5% NaOH

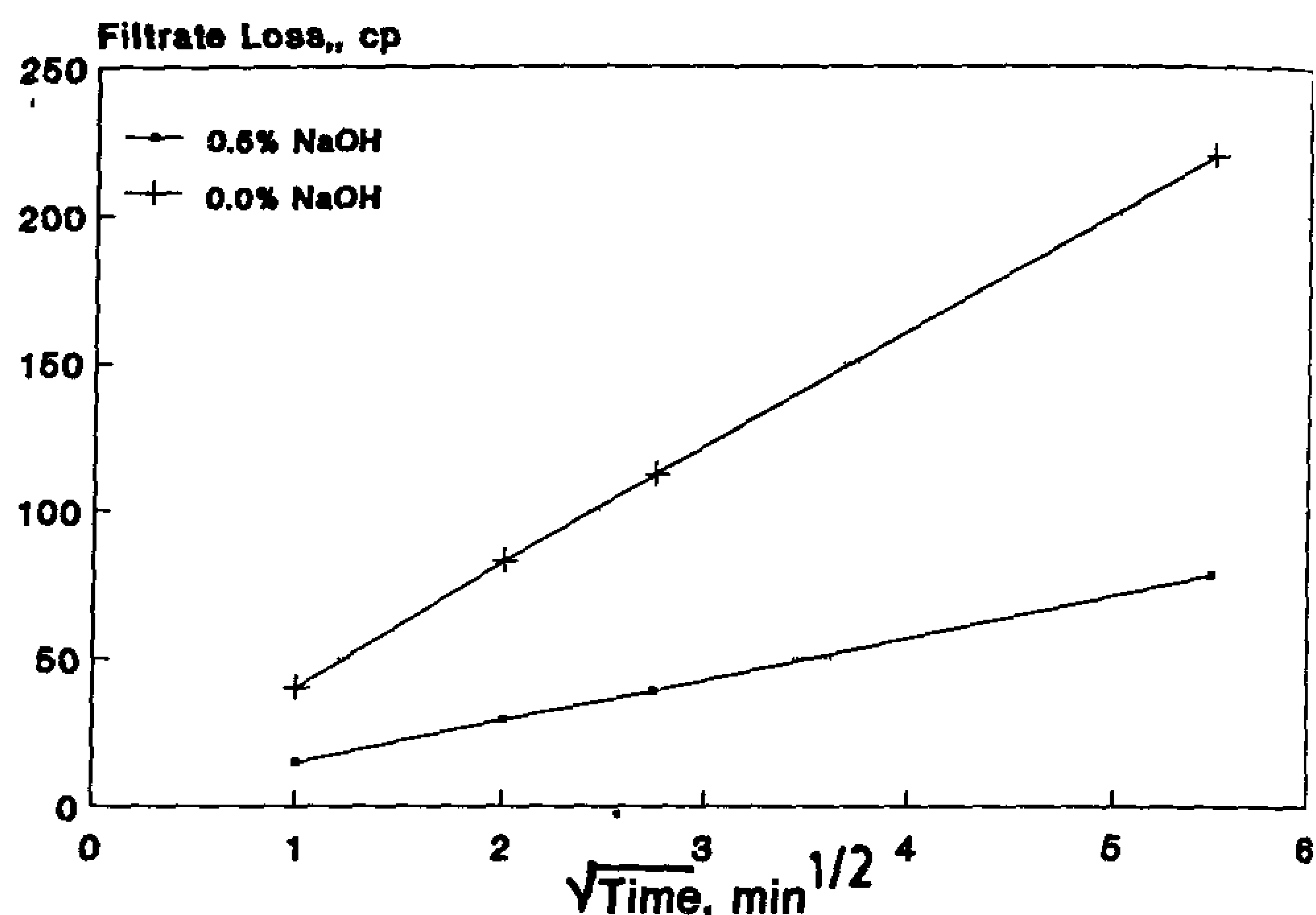


Fig. 16 - Effect of NaOH on Filtrate loss for 6,5% Attapulgite suspension with 1% Q-broxin

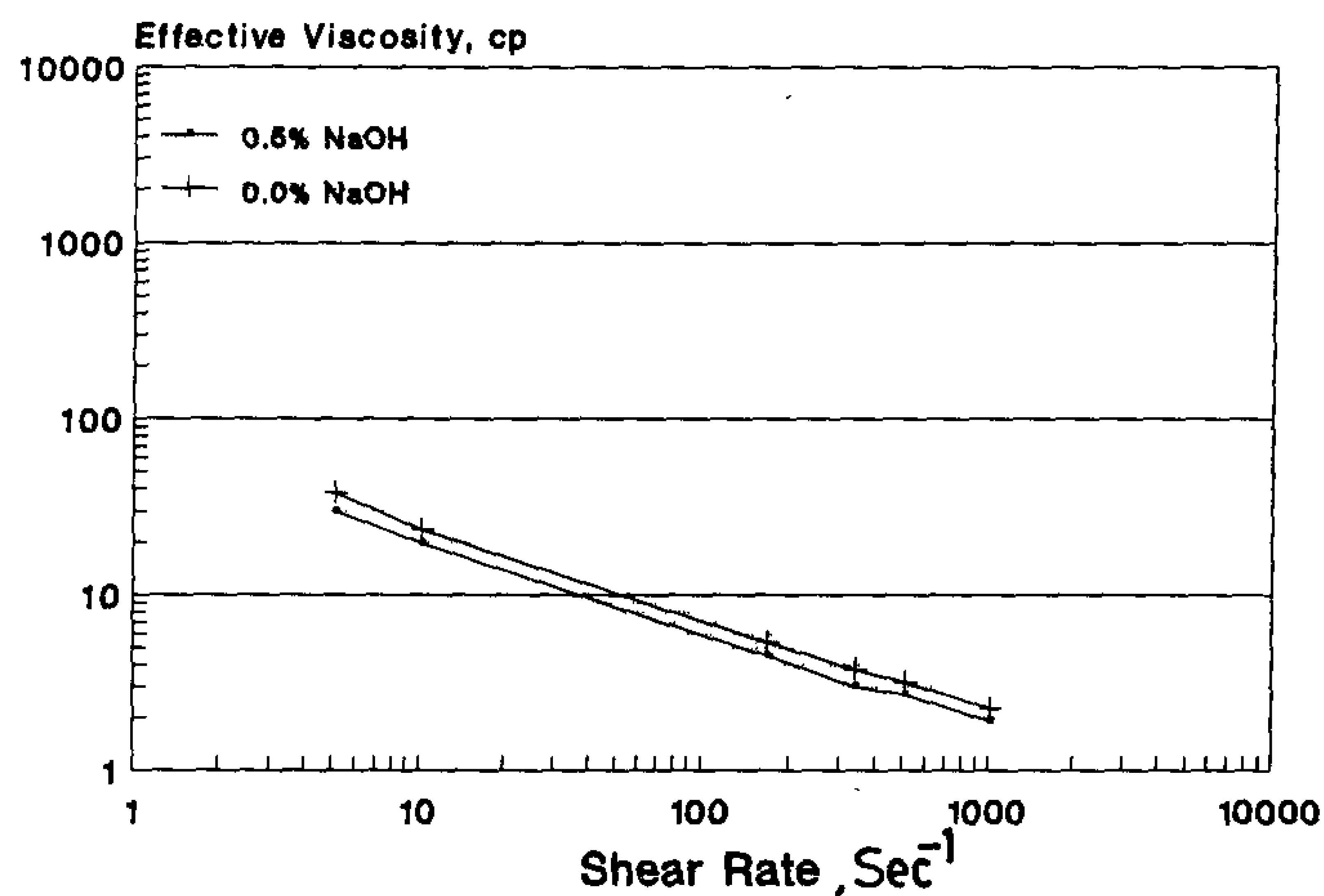


Fig. 15 - Effect of NaOH on the effective viscosity for 6,5% Attapulgite suspension with 1% Q-broxin

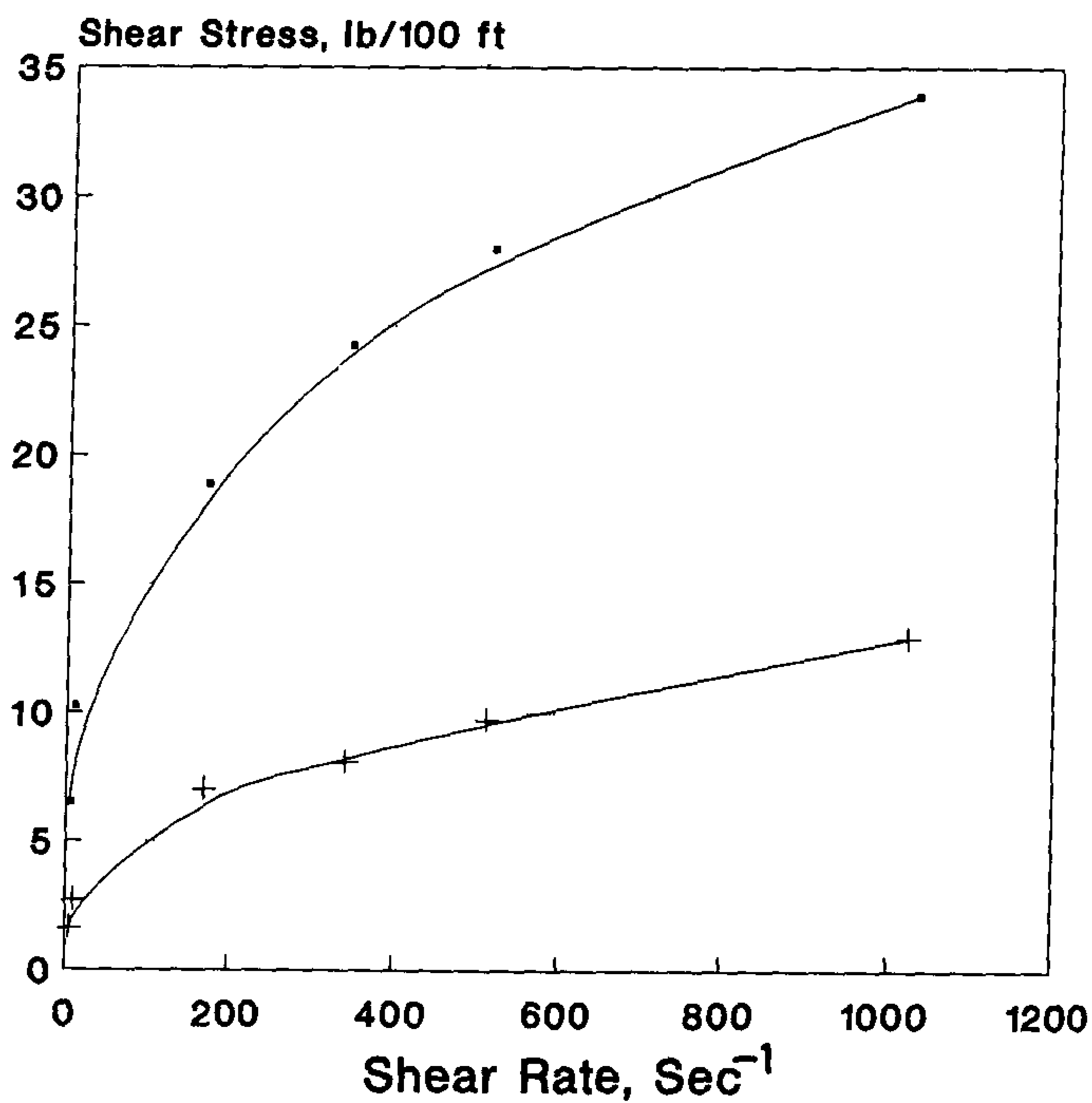


Fig. 17 - Shear stress vs. shear rate for WDF5 at 26 and 93 C

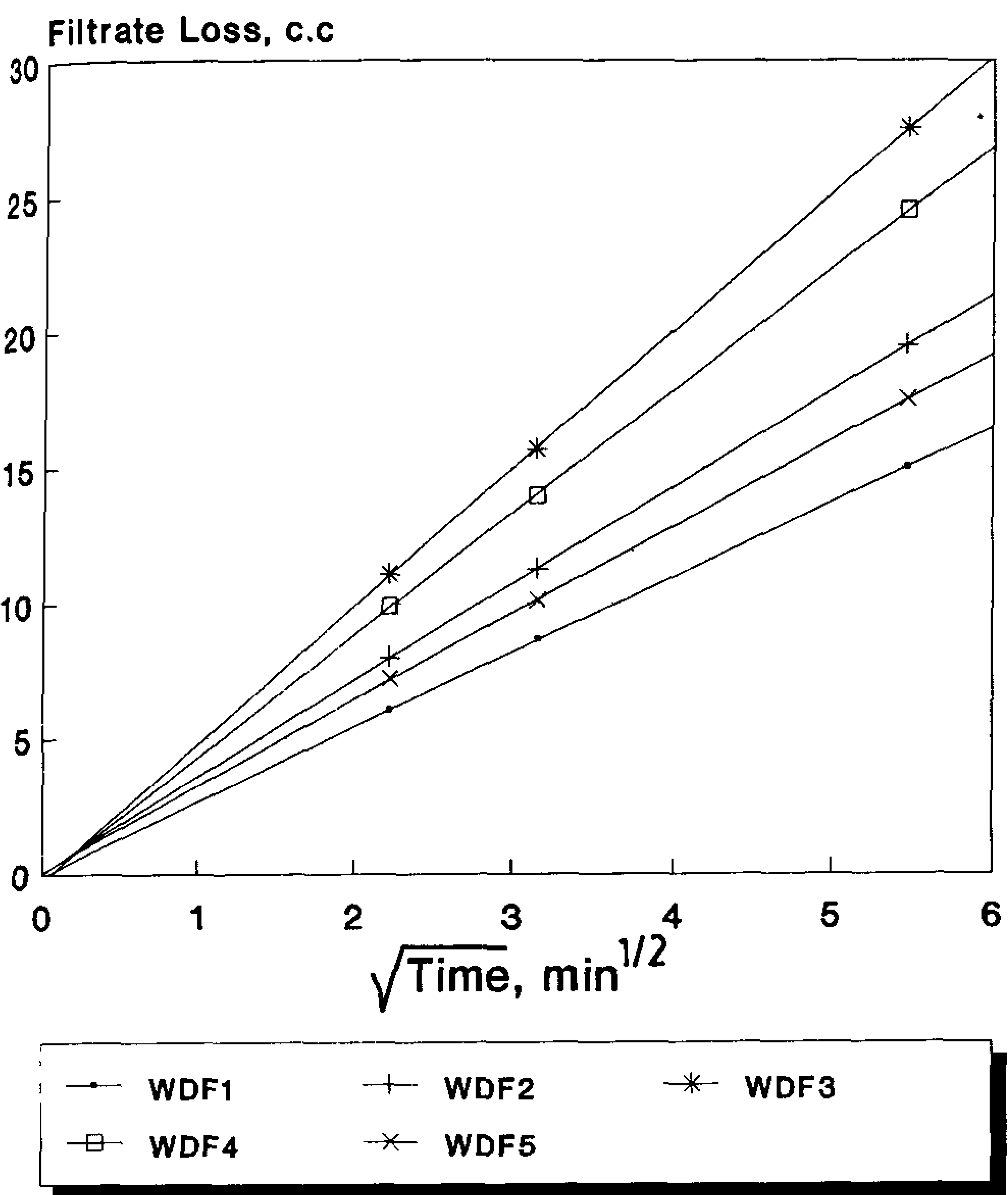


Fig. 9 - Fliltrate loss vs, time for water - based drilling fluids at 25 C

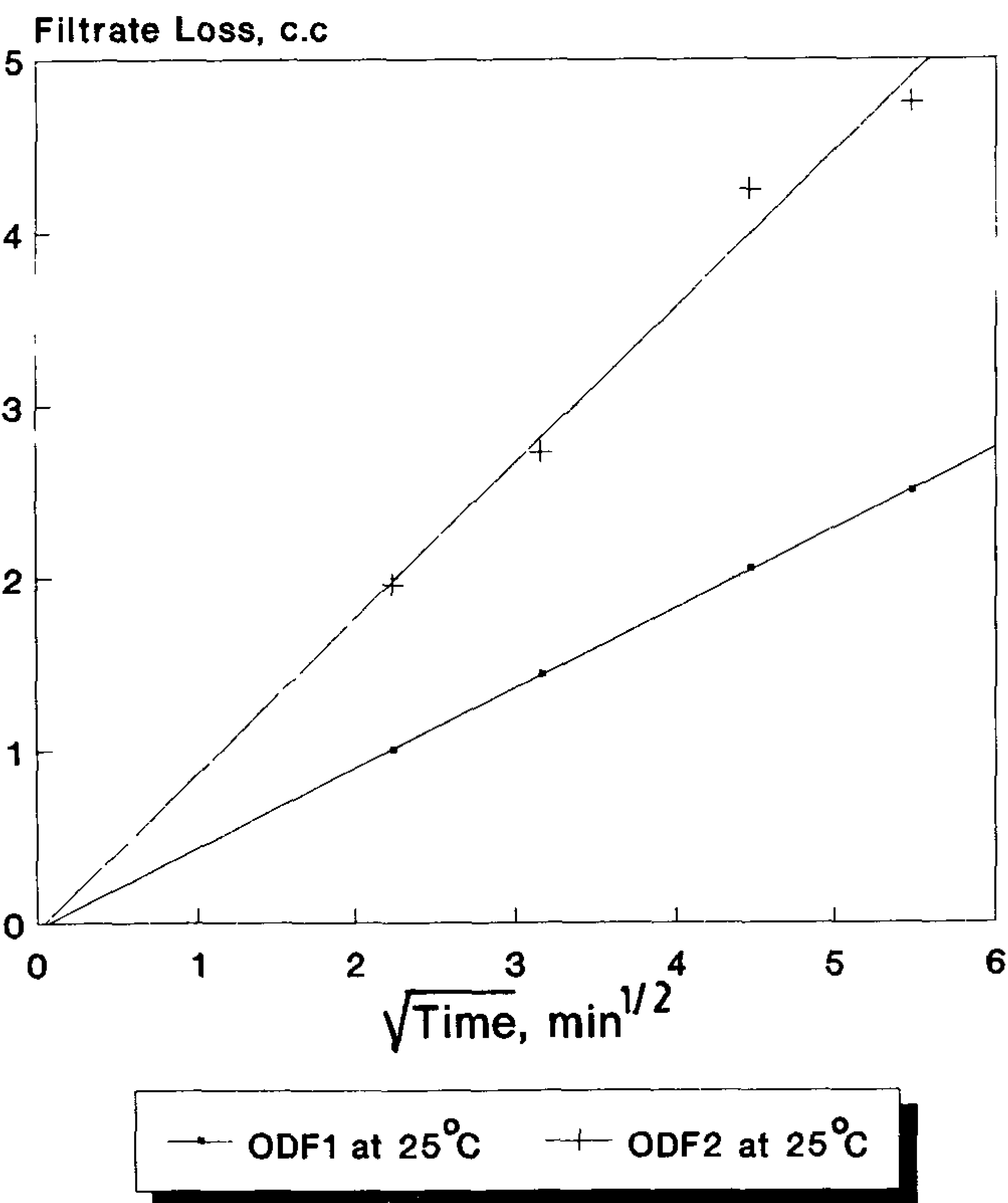


Fig. 10 - Flltrate loss vs. time for oil-based drllng fluids

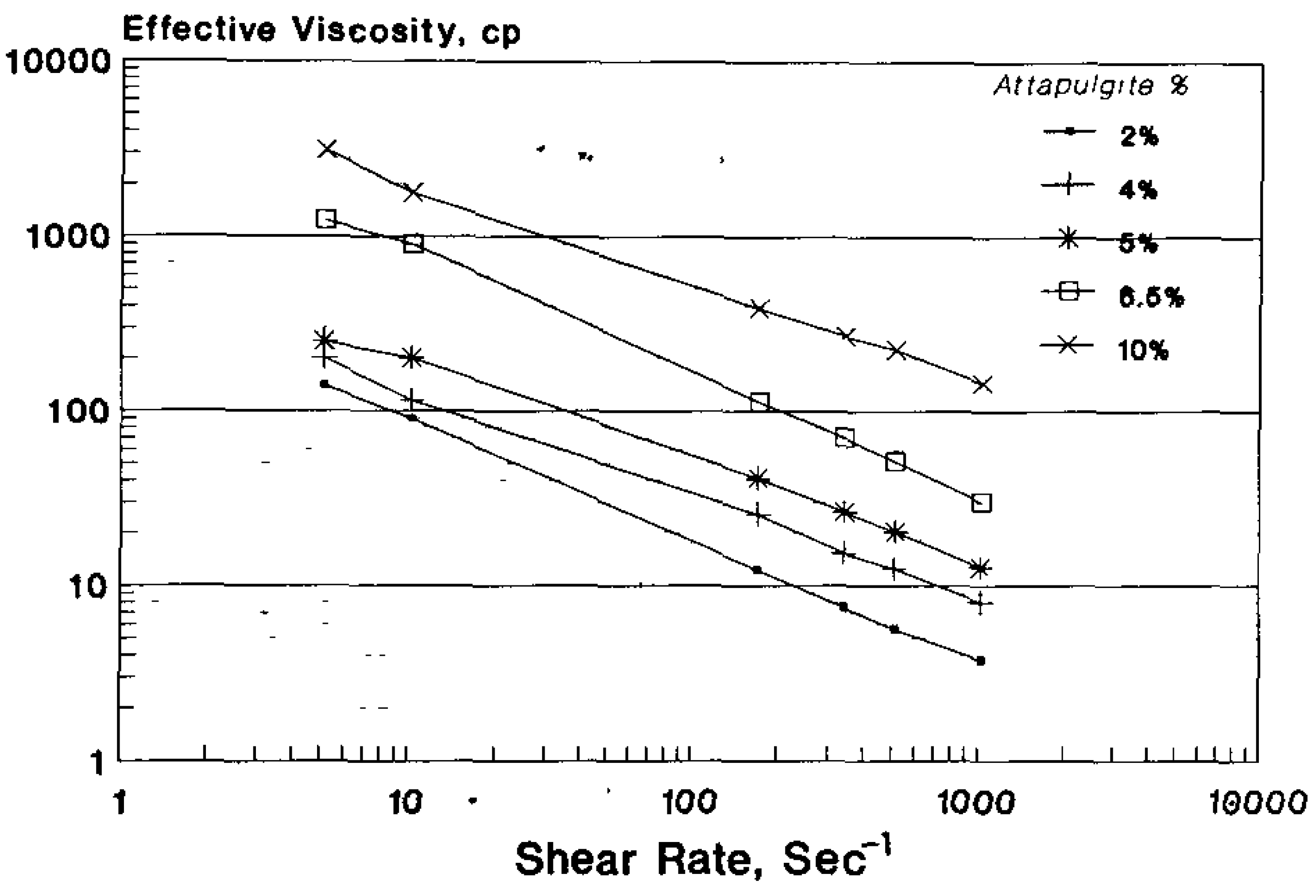


Fig. 11 - Effective viscosity vs, shear rate relationships for attapulgite suspension with 0.5% NaOH.

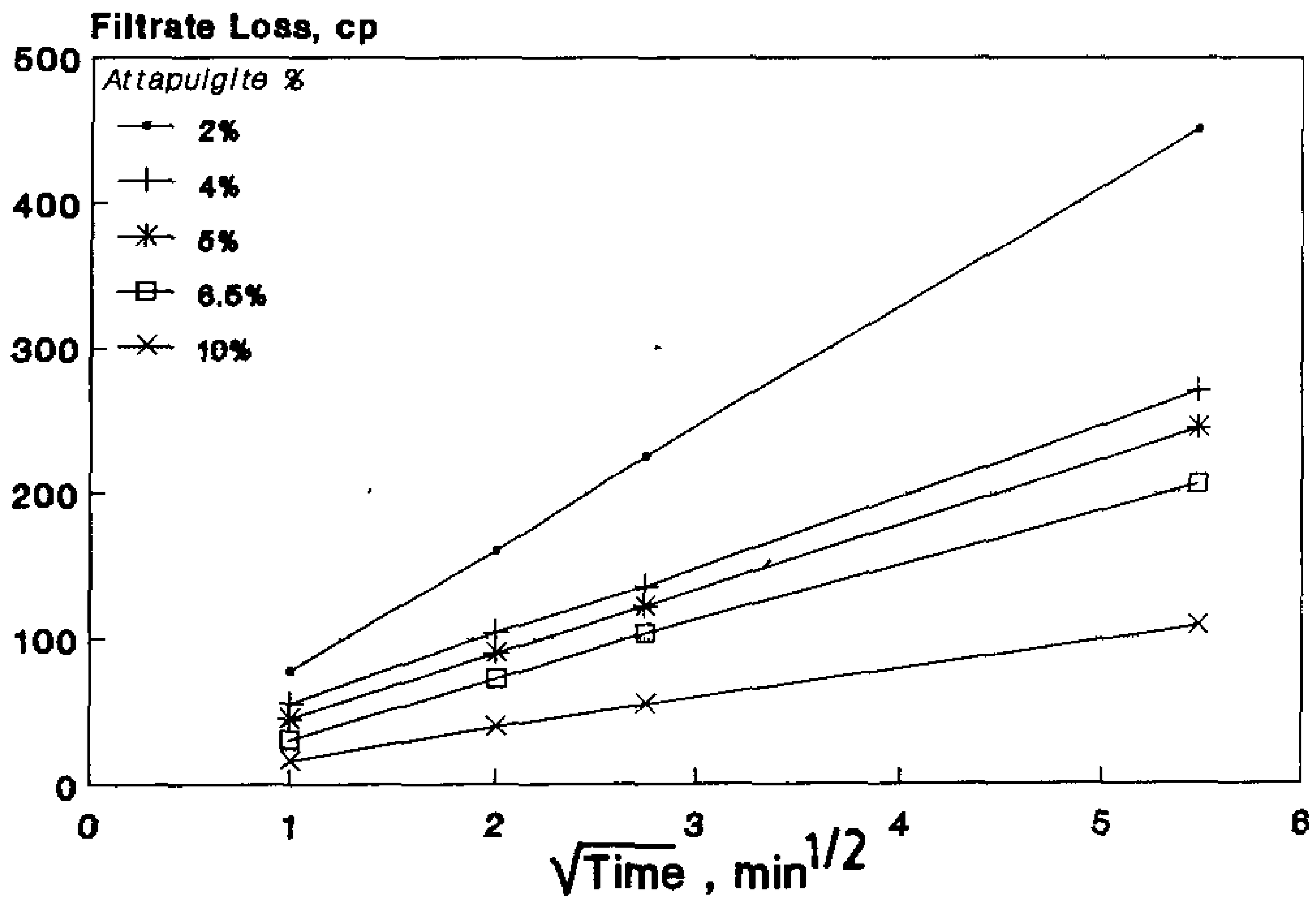


Fig. 12 - Flltrate Loss vs, time for attapulgite suspension with 0.5% NaOH

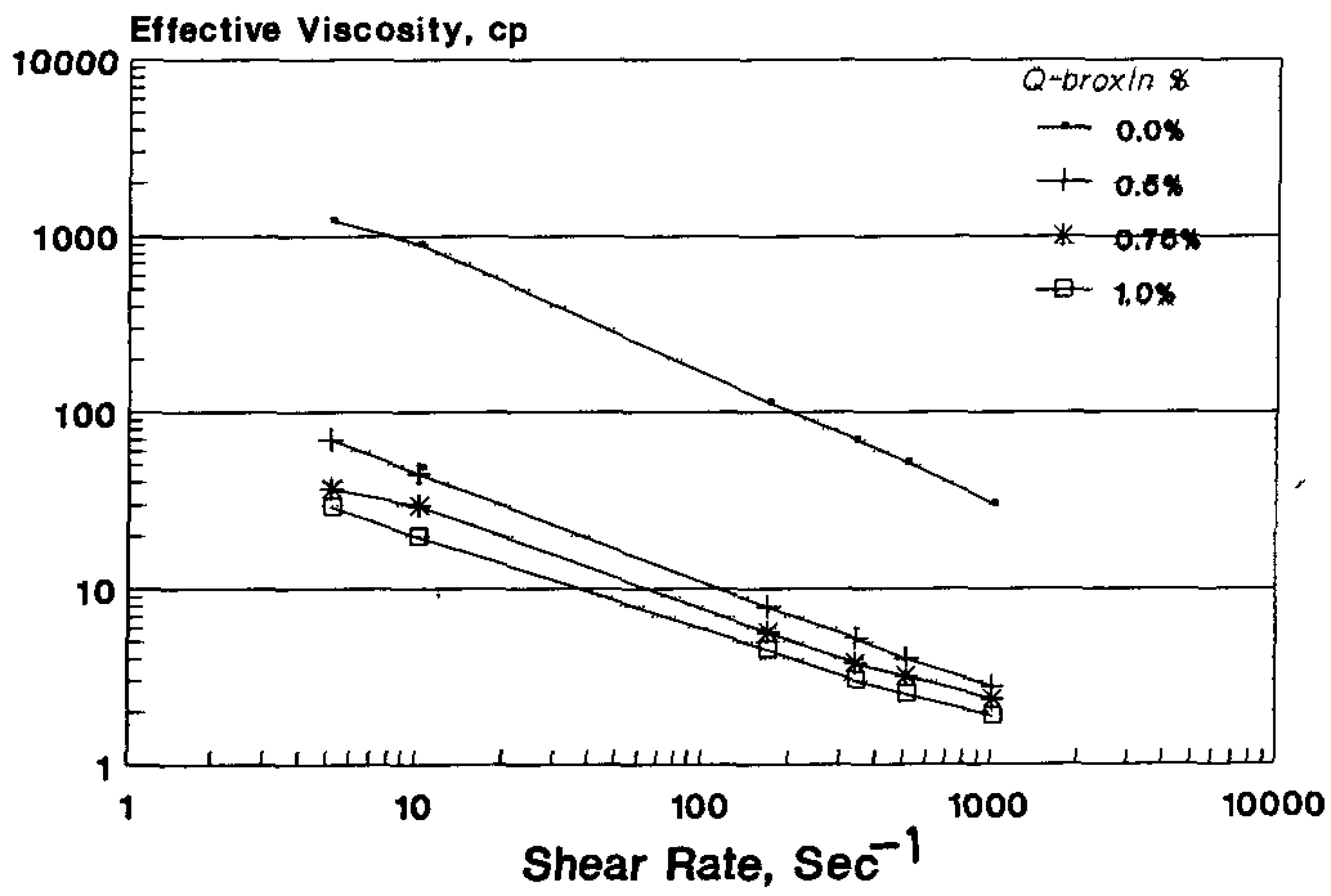


Fig. 13 - Effect of Q - Broxin on the effective viscosity for 6.5% attapulgite suspension with 0.5% NaOH.

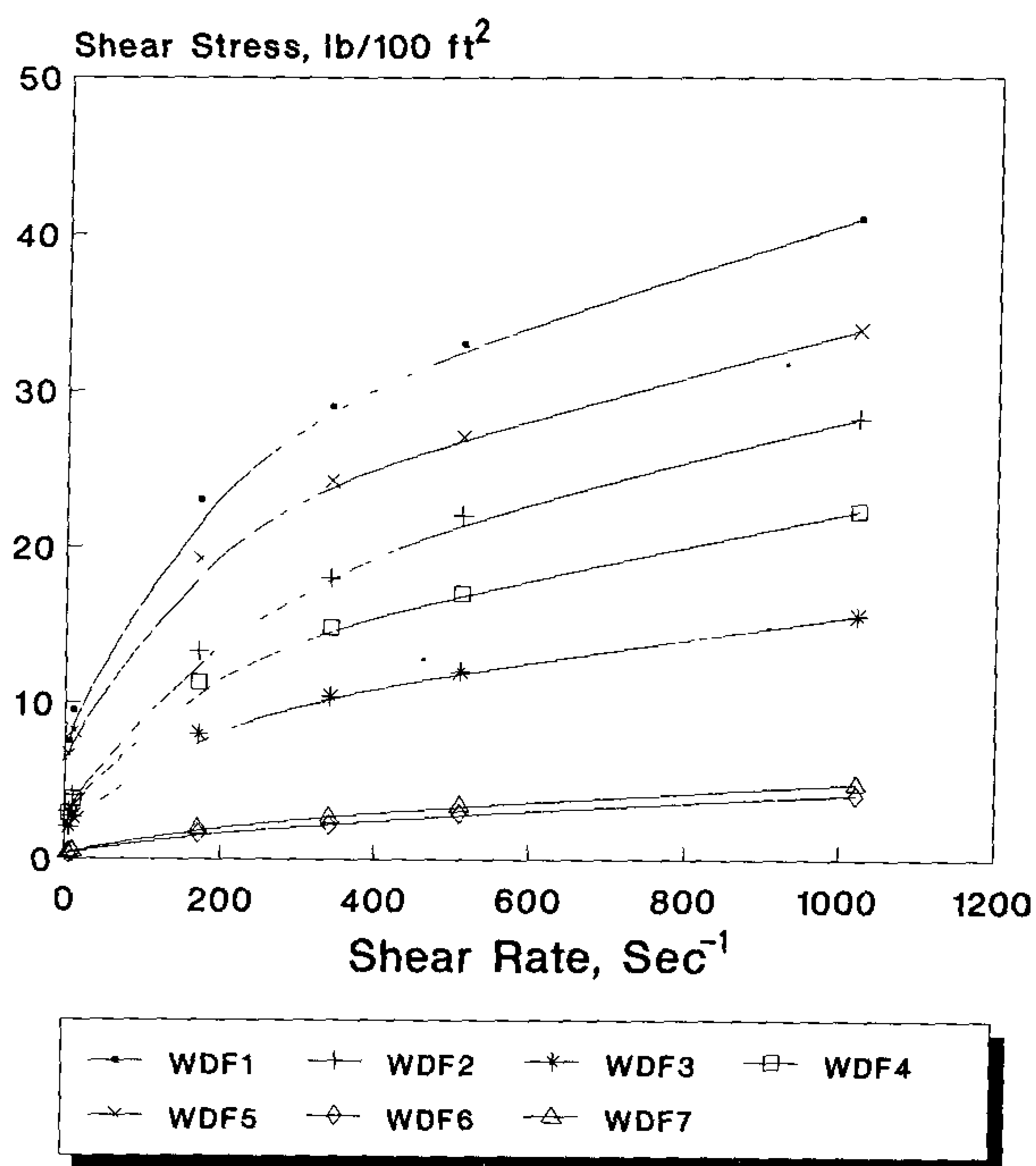


Fig. 5 - Shear rate vs. shear stress for water-based drilling fluids at 25 C

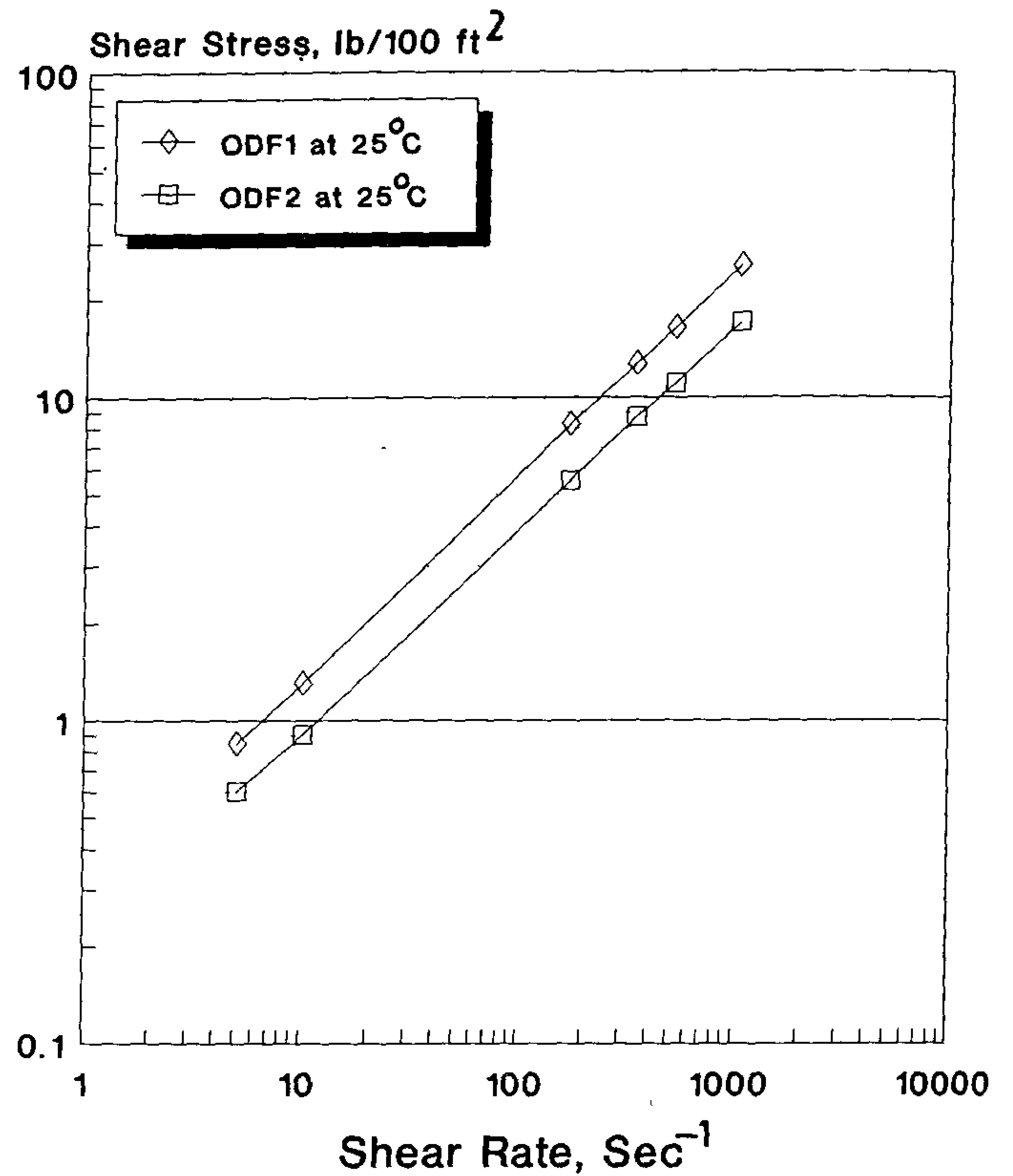


Fig. 7 - Shear rate vs, shear stress for oil-based drilling fluid at 25 C

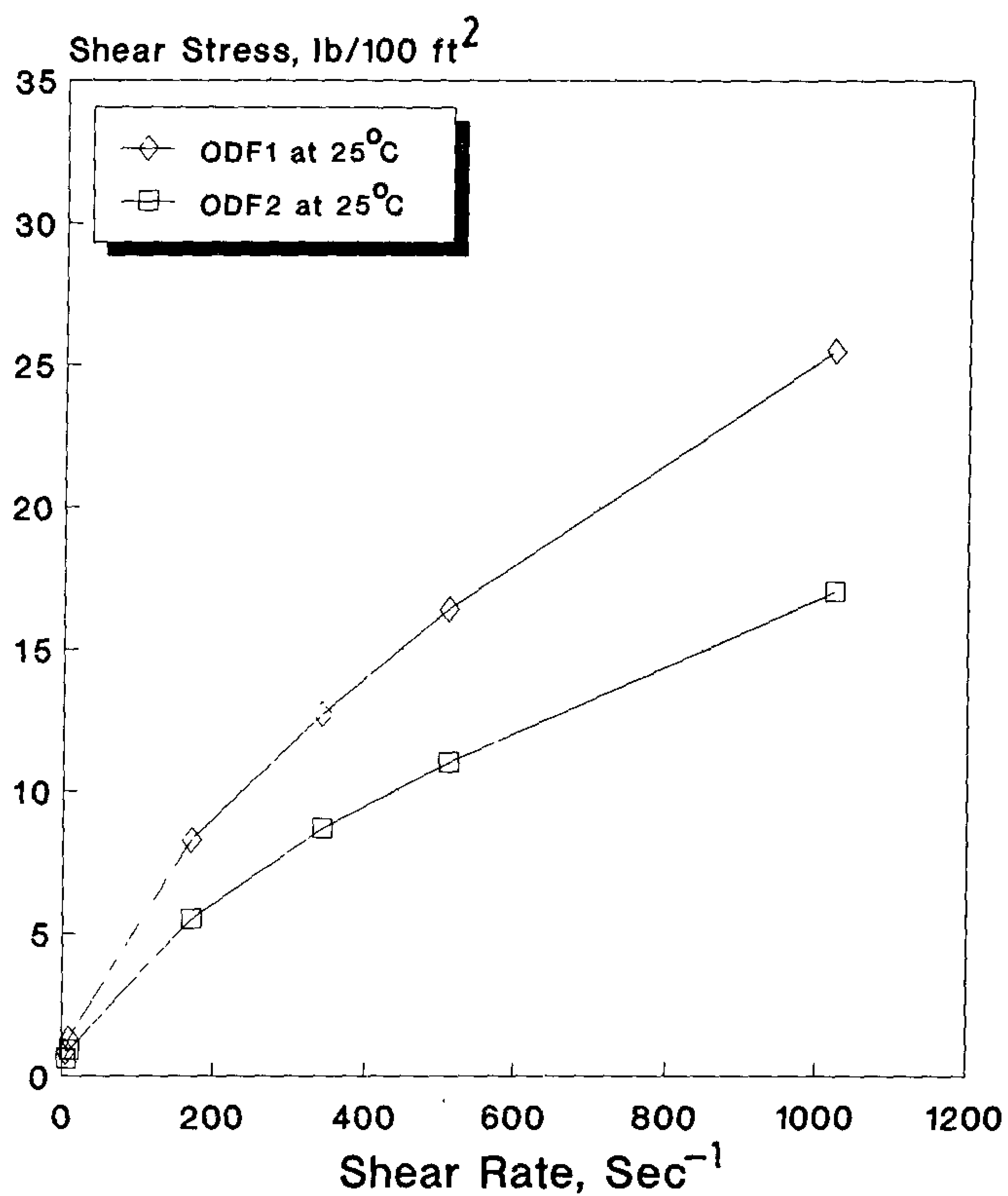


Fig. 6 - Shear rate vs, shear Stress for oil-based drilling fluid at 25 C

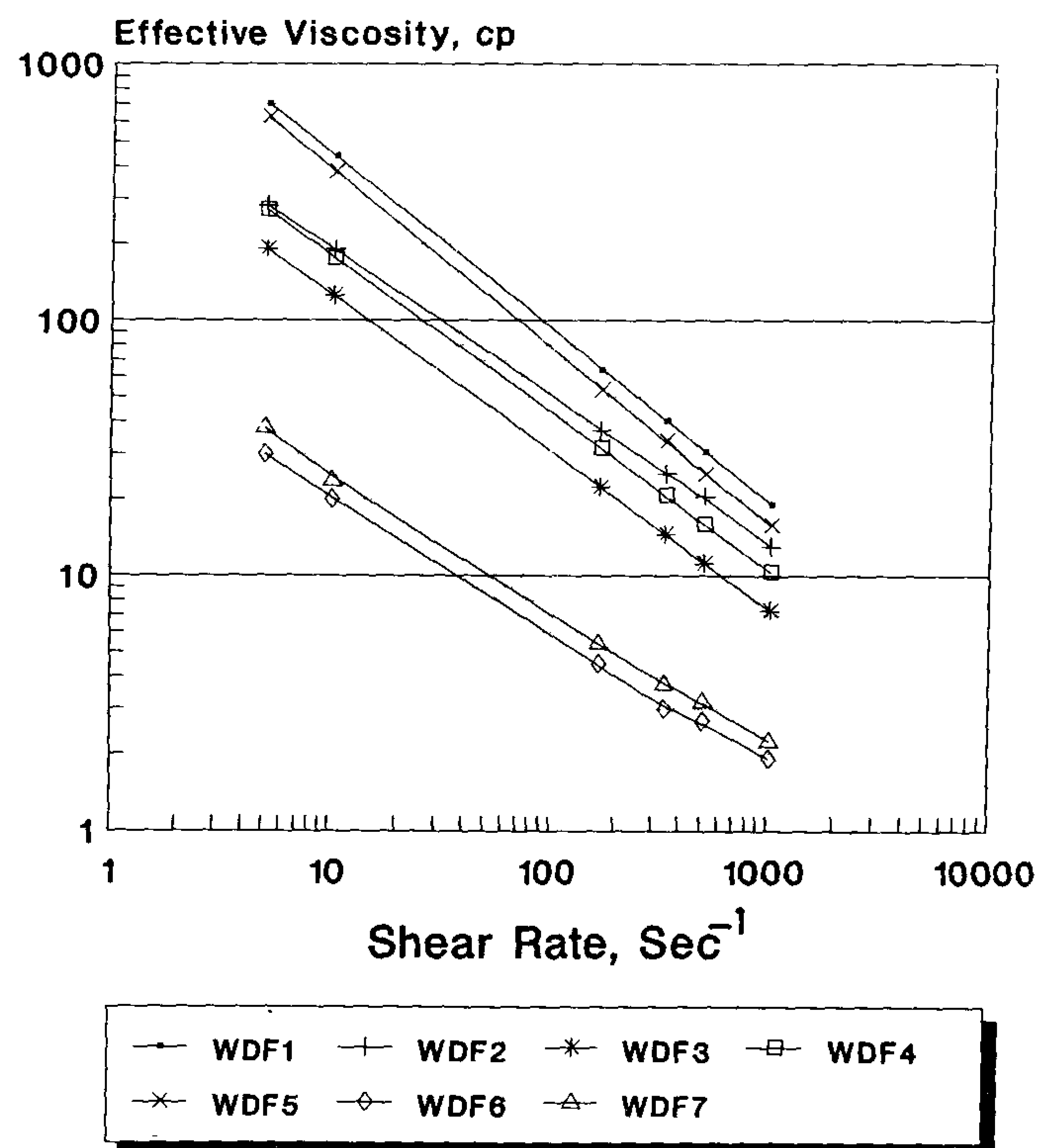


Fig. 8 - Effective viscosity vs. shear rate for water - based drilling fluids at 25 C

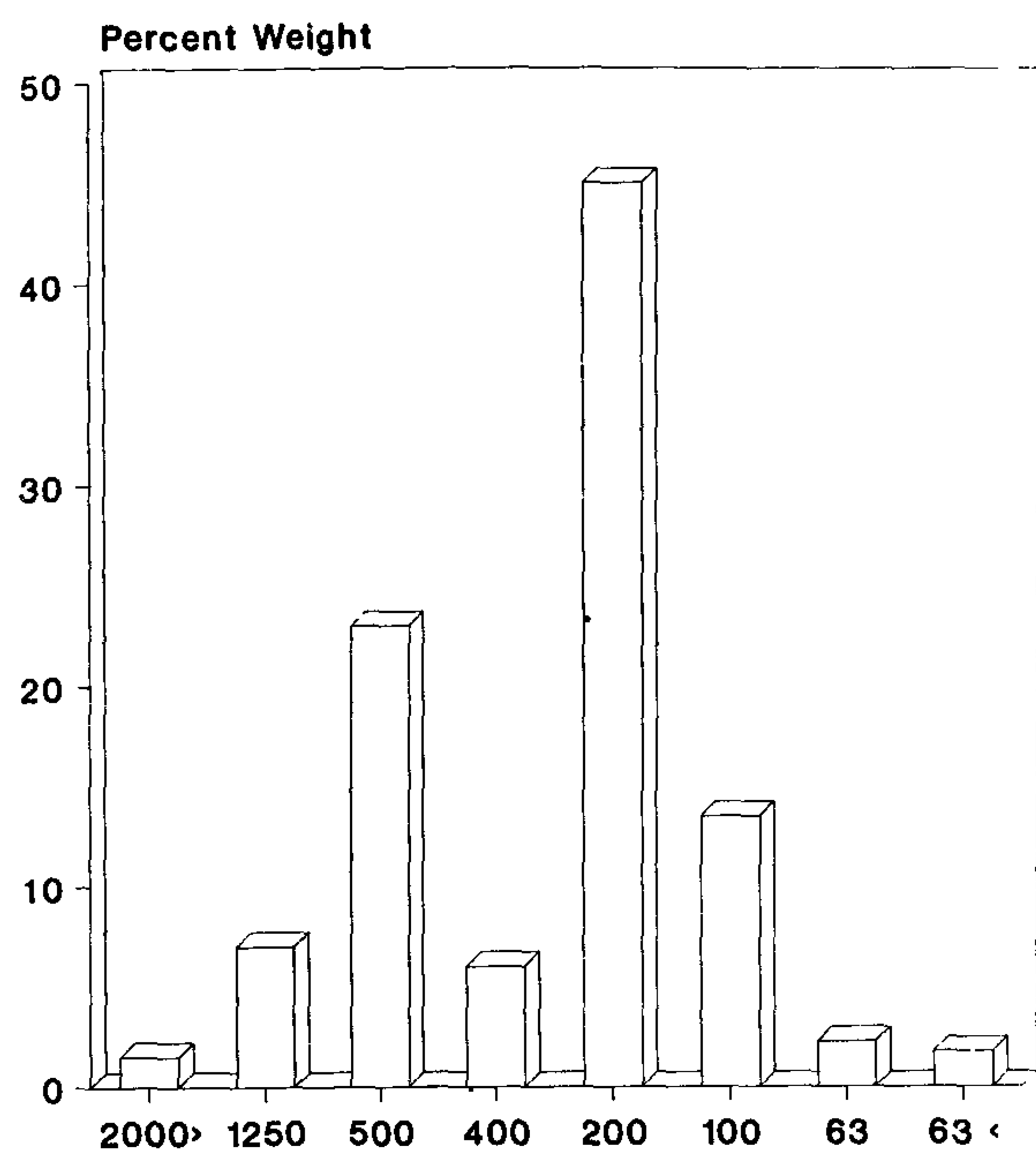


Fig. 1- Granulometric analysis of the studied core

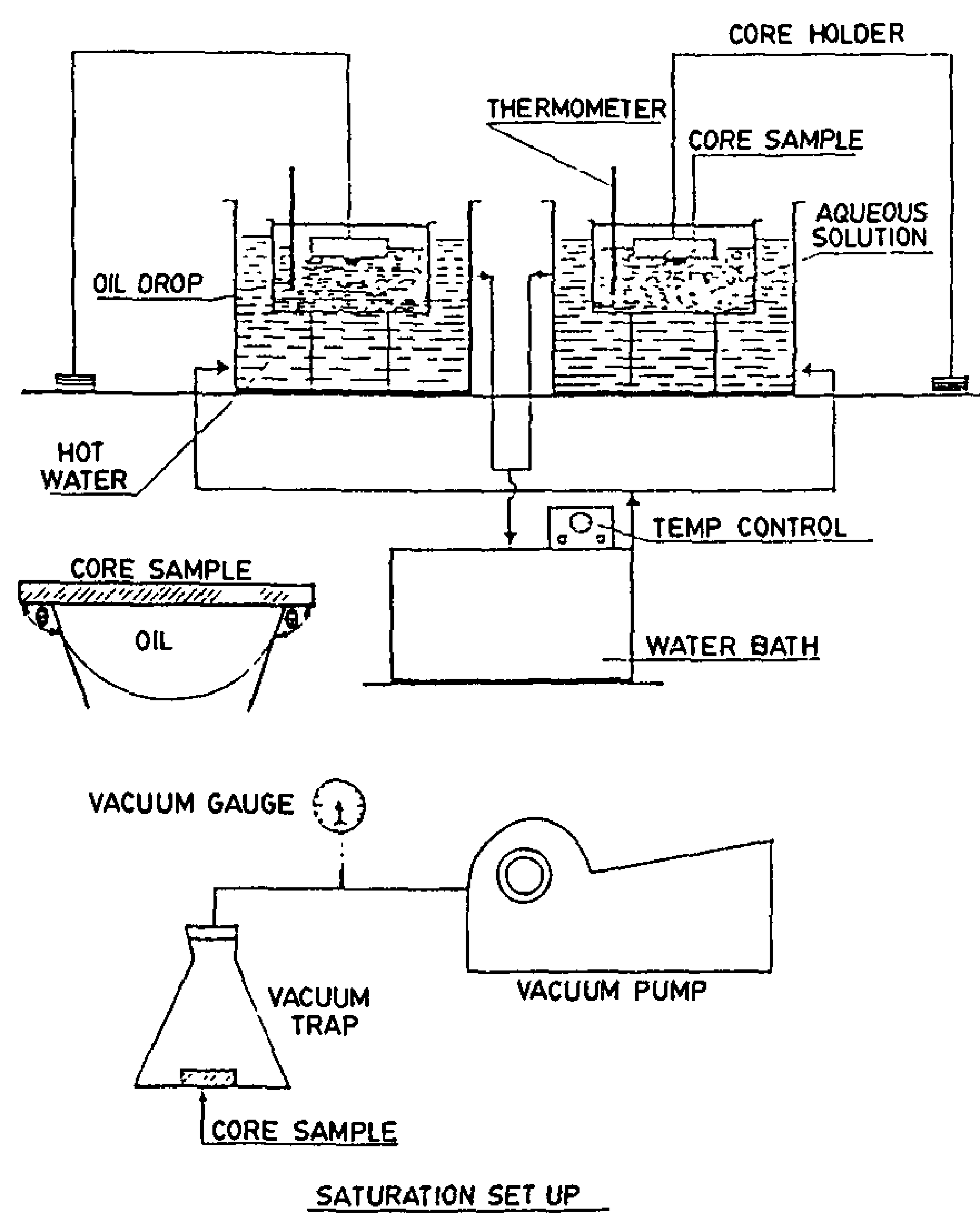


Fig. 3 - Contact angle measurement apparatus.

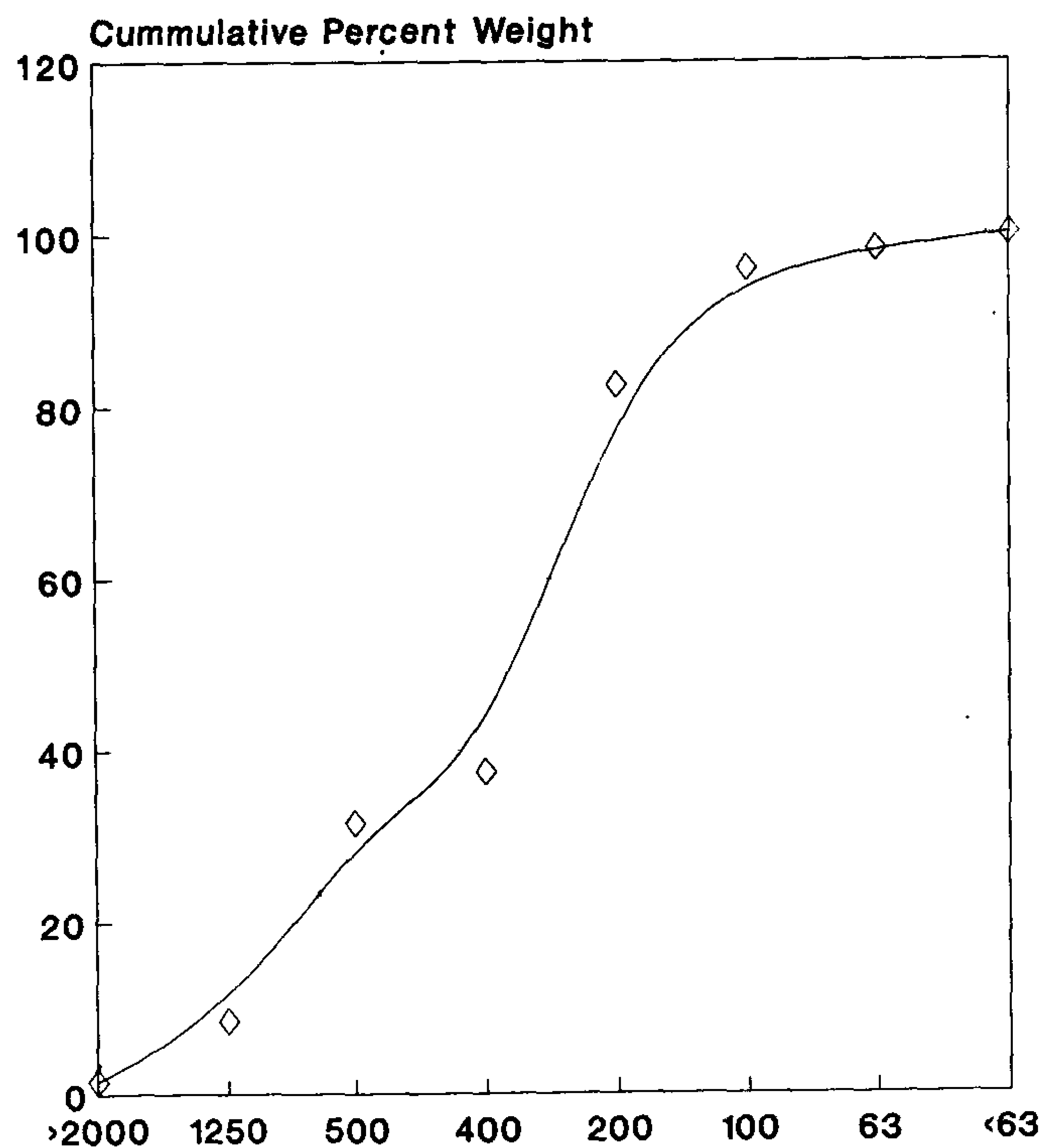


Fig. 2 - Cummulative percent weight vs. grain size

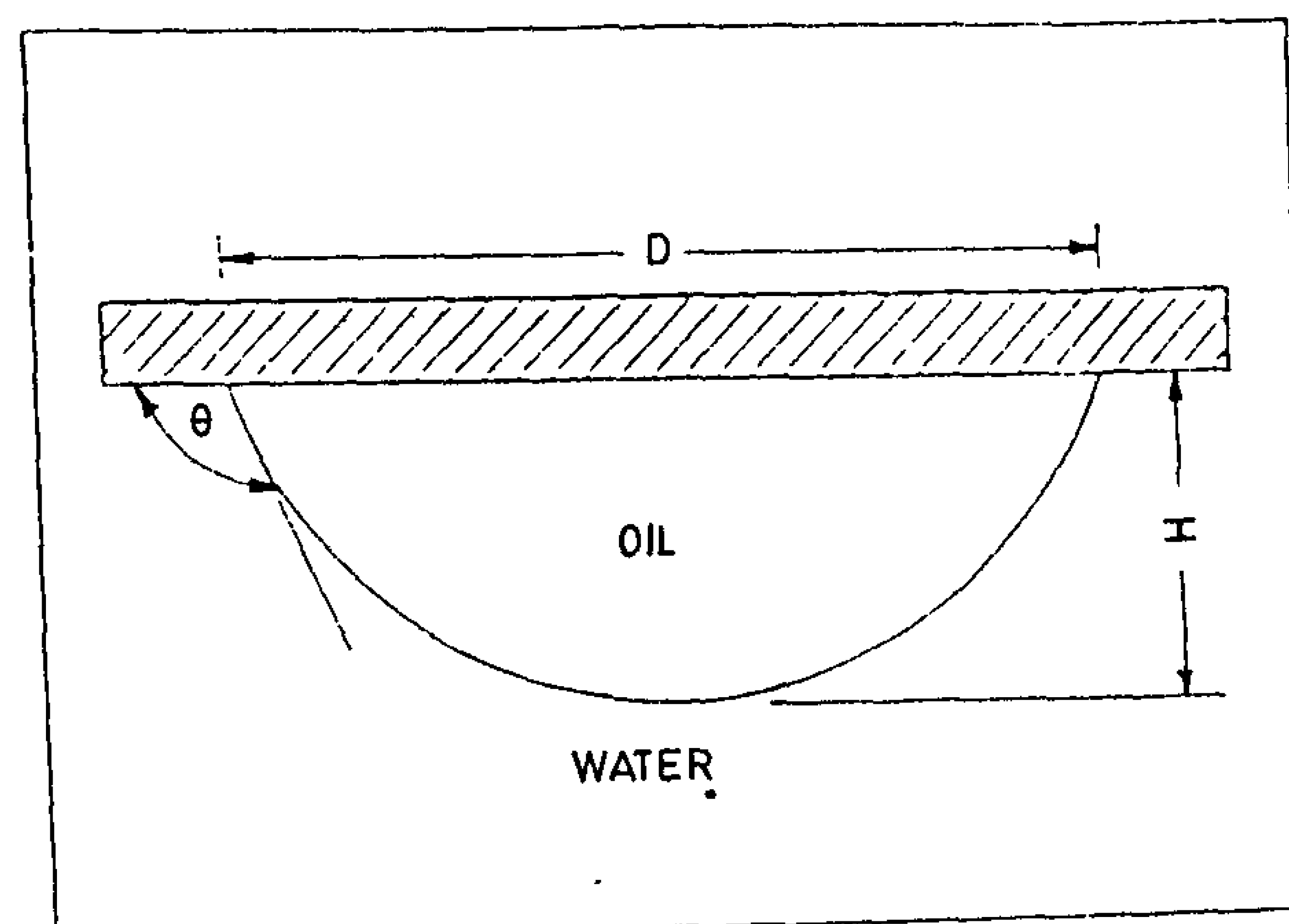


Fig. 4 - Oil droplet dimensions for contact angle calculations.

Table 5- Rheological and electrochemical properties for attapulgite suspensions with 0.5% NaOH.

Up	Ua	Yp	G.S	ρ	PH
1.9	3.75	3.7	1.7	8.28	12.12
3.5	8	9	3	8.42	12.12
5	12.7	15.4	4.8	8.6	11.98
8.9	30.2	42.6	18	8.7	12.18
65	145	160	87	8.87	11.95

Table 6 - Rheological and electrochemical properties for Q-broxin suspensions with 0.5% NaOH and 6.5% attapulgite.

Up	Ua	Yp	G.S	ρ	PH
8.9	30.2	42.6	18	8.7	12.18
1.53	2.76	2.47	2	8.73	12.12
1.2	2.23	2	1.2	8.73	12.05
1.06	1.78	1.44	1	8.75	11.95

ρ = Density (Ib/gal)

Up = Plastic viscosity (Cp)

Ua = Apparent viscosity (CP)

G.S = Gel strength (Ib/100ft)

PH = Hydrogen ion concentration

Yp = Yield point (Ib/100ft^2)

Table 1 - Porosity of core samples.

Sample	Porosity %
1	7.89
2	8.33
3	7.89
4	7.98

Table 2- Properties of crude oil used.

API	28.6
Dynamic viscosity	10.76 cp.
Pour Point	15 C°
Asphaltene content	4.81 wt.%
Wax content	0.73 wt.%
Sulpher content	1.81 wt.%

Table 3- Composition of water - based drilling fluids.

Component	WDF1	WDF2	WDF3	WDF4	WDF5	WDF6	WDF7
H_2O	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
KOH,gm	3	0	3	0	0	0	0
KCL,gm	1.5	0	1.5	0	0	0	0
CMC,gm	2.5	2.5	2.5	2	0	0	0
NaOH,gm	0	0.65	0	2	2	5	0
Bentonite, gm 30	30	20	10	20	20	0	0
Attapulgite	0	0	50	0	0	65	65
Q-broxin, gm	0	0	0	0	0	10	10
XCD-Poly	0	0	0	0	3	0	0
PH	11.4	11.1	11.4	11.7	11.8	12.15	6.6

Table 4- Composition of oil - based drilling fluids.

Component	ODF1	ODF2	ODF3
Diesel, C.C	800	800	800
Water, C.C	200	200	200
Versa cot, C.C	7.2	7.2	7.2
VG-69, gm	14.5	14.5	14.5
Lime, gm	11.0	—	3
Barite, gm	110	110	—
Versa Wet, C.C	25	25	25
NaCL, gm	—	—	50

8. Monovalent and divalent cations in the oil-based drilling fluids increase the oil-wetness

REFERENCES

1. *Andersion, W.G., "Wettability Literature Survey-Part1: Rock/Oil/Brine Interactions and the Effects of Core Handling on Wettability," JPT, 1125-1139, Oct., 1986.*

2. *Cuiec, L., "Effect of Drilling Fluids on Rock Surface Properties,," SPE Formation Evaluation, 38-44, March, 1989.*

3. *Amyx, J.W., Bass, Jr., D.M., and Whiting, R.L., "Petroleum Reservoir Engineering Physical Properties," McGraw-Hill Book Company, INC., New York, Toronto, London, 1960.*

4. *Anderson, W.G., "Wettability Literature Survey-Part4: The Effect of Wettability on Capillary Pressure," JPT, 1283-1300, Oct., 1987.*

5. *Craig, Jr., F.F., "The Reservoir Engineering Aspects of Waterflooding", SPE, New York, Dallas, 1971.*

6. *McCaffery, F.G., "The Effect of Wettability on Relative Permeability and Imbibition in Porous Media," Ph.D. Dissertation, U. of Calgary, Alberta, Sept., 1973.*

7. *Khairy, M., "Effect of Disintegration of Surfactant Slugs on Oil Recovery From Water-Wet and Oil-Wet Reservoir," M.Sc. Dissertation, U. Of Cairo, Dec., 1982.*

8. *Anderson, W.G., "Wettability Literature Survey-Part 3 : The Effect of Wettability on Electrical Properties of Porous Media," JPT, 1371-1378, Dec., 1986.*

9. *Bobek, J.E., Mattax, C.C., and Denakas, M.O., "Reservoir Rock Wettability: Its Significance and Evaluation, "Trans., AIME 213, 155-60, 1958.*

10. *Burkhardt, J.A., Ward, M.B., and Mclean, R.H., "Effect of Core Surfacing and Mud Filtrate Flushing on Reliability of Core Analysis Conducted on Fresh Cores," Paper SPE 1139-G, Presented at the 1958 SPE Annual Meeting, Huston, Oct., 5-8.*

11. *Amott, E., "Observation Relating to the Wettability of Porous Rock," Trans., AIME, 216, 156-92, 1959.*

12. *Sayyouh, M.H., and Al-Blehed, M.S., "Effect of Some Middle East Crude Oils - Brine-Rock Interactions on Wettabiliy," Sekiyu Gakkaish, Vol. 34, No. 3, 284-290, Jan, 1991.*

13. *Sayyouth, M.H., Dahab, A.S. and Omar, A., "Effect of Clay Content on Wettability of Sandstone Reservoirs," J. of Pet. Science and Engineering, 4, 119-125, 1990.*

14. *Sayyouh, M.H., Hemieda, A., Al-blehed, M.S., and Desouky, S., "Role of Polar Compounds in Crude Oils on Rock Wettability," J. of Pet. Science and Engineering, 6, 1991.*

15. *Rabia, H., "Oil Well Drilling Engineering-Principles and Practice," Published by Graham and Trotman, London, USA, 1985.*

suspension containing 6.5% attapulgite and 0.5% NaOH, so that the effect of Q-broxin on both the rheological and filtration properties was studied. Figs. 13 and 14 indicate that both the viscosity and filtrate loss decrease as the weight percent of Q-broxin increases. Table 6, also summarizes the rheological and electrochemical properties of the Q-broxin suspensions. It is shown that the gel strength and yield point decrease with increasing the weight percent of Q-broxin.

Figs. 15 and 16 show the effect of 0.5% NaOH on the rheological and filtration properties for suspensions of 6.5% attapulgite and 1.0% Q-broxin in fresh water. It is clear that both the viscosity and filtrate loss decrease as the weight percent of NaOH increases.

Temperature greatly affects the rheological and filtration properties of the studied suspensions and drilling fluids. Figs. 17 and 18 show the effect of temperature on the shear stress versus shear rate, and filtrate loss versus square root of time relationships, respectively, for WDF5. These figures indicate that the shear stress, at any shear rate, decreases with temperature and filtrate loss increases as the temperature increases.

Wettability Evaluation

Fig. 19 shows the equilibrium contact angle, at 25°C and 55°C, of the crude oil-brine (30,000 ppm NaCl)-core samples saturated with fresh water, brine, and the 7 water-based drilling fluids (Table 3), respectively. This figure also shows the contact angle of the crude oil-brine-cleaned core samples which were contaminated with the drilling fluids at 25°C. It is seen that all drilling fluids cause modification in the contact angle except the WDF2. This indicates that the net effect of the additives in the WDF2 is negligible. Fig. 20 shows the contact angle versus NaOH concentration in brine (30,000 ppm NaCl). It is clear from this figure that the contact angle increases as the NaOH concentration increases. This means that the Carboxymethyl Cellulose (CMC) may reduce the contact angle, see the composition of the WDF2. Comparing the composition and contact angle of the WDF7 with that of the WDF4, it appears that the NaOH or KOH is the responsible factor for increasing the contact angles. The reduction in the contact angle in the case of using WDF7 may be attributed to the hydrolysis of clays (attapulgite) where the adsorption of the oil-wetting components on the rock surface may be reduced.

At higher temperature of 55°C, nearly, all the above mentioned observations at 25°C were identical. The only exception was the reduction of the values of contact angles, i.e., increasing the water wetness of the core samples. This may be a result of the solubility of the heavy fractions of the oil which is responsible for wetting the rock by oil.

Fig. 19 also shows that the cleaning renders the core samples more water wet. This may be attributed to the sequence of washing the core samples by toluene, methanol, and fresh water, respectively. This removes all the fluids and adsorbed organic (oil wetting) materials from the core.

The results of the measured contact angle when using oil-based fluids saturating core samples are shown in Fig. 21. The figure gives contact angles of 45°, 40°, 80°,60°, and 78 degree when the core is saturated by fresh water, brine (30,000 ppm NaCl), oil-based drilling fluid No.1 (ODF1), ODF2, and ODF3, respectively, at 25°C. The increase in the contact angles when ODF1 and ODF3 are used may be attributed to the presence of lime ($Ca(OH)_2$) in the first and the presence of Nacl and lime in the second. The presence of the monovalent, Na^+, and divalent, C^{++}, cations increase the adsorption, on the rock surface, of non-polar hydrocarbon compounds which increase the oil-wetness. The little increase in the contact angle when using ODF2 compared with the brine saturated core may be attributed to the fact that oil-based fluids are oil-external emulsions which may make the water-wetness decrease.

CONCLUSION

1. All investigated drilling fluids behave as a power-law fluid.
2. Attapulgite increases the viscosity, gel strength, and yield point and decreases slightly filtrate loss.
3. Q-broxin and NaOH decrease the viscosity and filtrate loss.
4. The viscosity decreases and the filtrate loss increases with increasing temperature.
5. The wettability depends on the composition of the drilling fluids. Alkali (NaOH and/or KOH)% is the most effective component
6. The hydrolysis of the clay content of the drilling fluids decreases the oil-wetness.
7. Both increasing temperature, and cleaning the contaminated core samples increase the water-wetness.

absolute permeabilites of the core samples[3]. Four samples were cut from the core and their permeabilites, and porosities (determined by saturation method) are presented in Table 1.

2. Mud balance apparatus was used to determine the density of the different drilling fluids used.
3. Fann V-G meter was used to determine the rheological properties of the used drilling fluids[15].
4. pH meter was used to determine the pH values of the used drilling fluids.
5. Fig. 3. shows the experimental setup used for measuring the contact angle. The oil droplet was placed on the bottom of a highly smoothed surface of the rock sample immersed in an aqueous solution as shown by Fig. 4. The oil droplet was photographed at various time intervals to investigate the change of the contact angle with time until equilibrium was reached. The contact angle was determined by making a tangent to both sides of the oil droplet. All measurements were carried out at 25°C and 55°C.

In an attempt to test the reversibility of wettability of the contaminated samples, the following sequence was followed.

1. The connate water was removed by using the ASTM extraction apparatus using toluene[3].
2. The extraction of the hydrocarbons was completed by using the soxhlet extractor using toluene[3].
3. The methanol and distilled water were used respectively after toluene and then the samples were dried in a vacuum oven at 100°C.

RESULTS AND DISCUSSION

Drilling Fluids Properties

The rheological properties of drilling fluids play an important role in determining the success of drilling operations. In order to obtain properly functioning drilling fluids, rheological properties should be carefully investigated.

Figs. 5 and 6 show the shear stress versus shear rate. It is clear from these figures that shear stress is much lower in the case of using high and low pH value fluids as shown in Table 3. Figs. 7 and 8 show the effective viscosity versus shear rate for two studied oil-base drilling fluids and seven water-base drilling fluids respectively. It is indicated that all of the drilling fluids investigated behave as a power-law fluid, in the range of shear rate studied, according to the relationship:

$$\tau = K\gamma^n$$

or

$$\mu = K\gamma^{n-1}$$

where:

τ = shear stress.

γ = shear rate

μ = viscosity.

k = consistency index.

n = flow behavior index.

The quality of fluid is dependent on the volume of filtrate loss, the thickness, and the strength of the filter cake. In general, the filtrate loss is dependent on the magnitude of differential pressure and mud solids characteristics of the filter cake.

Figs 9 and 10 show the filtrate loss versus square root of time for the water-based and oil-based drilling fluids respectively at 25°C. It appears from these figures that, for drilling fluids studied, the filtrate loss increases linearly with square root of time. The order of increasing the filtrate loss is water-based drilling fluid No.1 (WDF1), WDF2, WDF5, WDF4, and WDF3 respectively. Also, the order of the filtrate loss for oil-based drilling fluids is ODF1 and ODF2 respectively. This is attributed to the difference in their compositions. For example, if the composition of WDF1 is compared to that of WDF3, the difference is the clay (bentonite and attapulgite) content. The decrease in the filtrate loss for the ODF1 compared to that ODF2 is attributed to the presence of lime in the ODF1.

Effect of Drilling Fluid Additives

The effect of the addition of the attapulgite, Q-broxin, and NaOH on rheological and filtration properties was studied. Figs. 11 and 12 show the effect of the increase in the percent of attapulgite on the rheological and filtration properties for different attapulgite suspensions containing 0.5% NaOH in fresh water. From these figures, it is clear that the viscosity increases and filtrate loss decreases as the weight percent of attapulgite increases. Table 5 summarizes the rheological and electrochemical properties of these suspensions. This table shows that the gel strength and yield point increases with increasing the weight percent of attapulgite.

Different percentages of Q-broxin were added to a

EFFECT OF SOME ADDITIVES ON DRILLING FLUIDS PROPERTIES AND THEIR WETTING CHARACTERISTICS

By
M. Khairy, E.M. El Maghawery,
A.Dahab, and M.H. Sayyouh

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of the drilling fluids compositions on their rheological and filtration properties, and modification of the wettability results from the interaction of various drilling fluids with some Egyptian reservoir rocks. It was found that the drilling fluids behave as a power-law fluid. The additives affected the rheological and filtration properties of the drilling fluids. Water-based and oil-based drilling fluids tend to make the system more oil-wet. It was also found that the contact angle tends to increase with increasing NaOH and KOH concentrations at both 25°C and 55°C. The contact angle did not reach its original value after cleaning.

INTRODUCTION

Some fluids used for drilling, completion, and workover can damage and/or alter the reservoir rock properties in the vicinity of the wellbore. This may be a result of an emulsion formation, clay dehydration, and fines migration. Likewise, solids present in such fluids may penetrate into the porous medium and reduce flow possibilities. The productivity of oil wells could be adversely affected by one or more of these reasons.

Wettability is a major factor which controls flow and distribution of fluids in the reservoir(1). It is defined as the tendency of one fluid to spread on or adhere to a solid surface in the presence of other immiscible fluids(2). The wettability of a rock may affect almost all types of core analysis including capillary pressure(3,4), relative permeability(5,6), waterflooding(5,7) electrical properties(8) and tertiary recovery(7).

Drilling, completion, and workover fluids contain either oil or water-based fluids, several chemical constituents and some solids to perform their functions. Some of these chemicals may change the wetting preference of a rock surface, which directly affects the oil recovery factor(9,10). Research showed that the wettability of rock/fluid systems is modified as a result of contaminations by various drilling fluids(9,11). For many years, many changes have occurred in the composition of drilling fluids and little laboratory research has been recently made concerning this topic(12,14). The purpose of this study is to investigate the effect of the drilling fluids compositions on their rheological and filtration properties, and wettability alteration. This will lead to the choice of the suitable fluid for a certain reservoir to minimize wettability changes.

EXPERIMENTAL WORK

The mineralogical analysis of the used cores was determined using X-ray diffraction method. The different fluids properties (e.g. viscosity, gel strength, pH, shear stress-shear rate relationships, and filtration properties) were measured. The wettability was evaluated using the contact angle measurement technique.

MATERIALS

1. Rock: sandstone core samples, from Egyptian oil fields, were used during this study. The characteristics of a representative sample are presented in Table 1, and Figs. 1 and 2.
2. Crude oil: The characteristics of the crude oil used are shown in Table 2.
3. The chemical additives to adjust the electrochemical and filtration properties of the used water-based and oil-based fluids are shown in Tables 3 and 4 respectively.

APPARATUS

1. Ruska gas permeameter was used to determine the

system of control over the matrix evolution models of geofiltration.

REFERENCES

1. *Borevski B.; Sansisonav B.; Yazvin I. "Procedure of Determination of Parameters of Aquifers Using the Data of Pumping Tests." Nedra. Moscow, 1973.*

2. *Gates I.; Kisiel C. "Worth of Additional Data to Digital Computer Model of a Ground-water Basin." Water Resources Research V. 10, 1974 N. 5.*

3. *Gavich I. "Theory and Applications of using Analog Modelling in Hydrogeology." D.Sc. Moscow, 1993.*

4. *Lunker L., Shestakov V. "Modelling of Geofiltration." Nedra., Moscow., 1975.*

5. *Marsily E. "an Automatic Solution for Inverse Problem." Water Resources Research, V. 9, 1993, N. 5.*

6. *Remson I.; Horenberger G.; Molz f." Numerical Methods in Subsurface Hydrology." Wiely-Interscince, New York, 1981.*

7. *Mironenko V., Shestakov V. "Theory and Methods of Interpretation of Experimental Filtration Works." Nedra, Moscow, 1978.*

odd indices $\bar{S}$ calculation = (E-A) ($E+A^2+A^4$ + ... A^{2k} + ...) $\bar{S}$ (0) .... (8)

As $\bar{S}$ (10) , it is most suitable to take $\bar{S}$ ^{allowed} for calculation of received productivity of well; it is also necessary to multiply $\bar{S}$ ^{calculation} by matrix of single productivity:

Q = II q ij, t* II. (9)

SOLUTION METHOD

During the solution of problems concerning optimization such control Q $_{(i,j,t*)}$, is to be found in order to rerceive maximum functional total water productivity

J = I Q $_{(i,j,t*)}$ d_i, dj .... (10)

Optimization comes to finding out that matrix A where:

under condition II S II $\leqslant$ S ^{allowed} max the condition

M = min max {S_i} is realized.

{ S } i

Optimizated model gets the form

$$S = m \ \max_{\{Q\}} \sum_{k\,j=1}^{m} Q_i \ \text{II akj II}, \qquad (11)$$

Optimization process, itself represents a problem of linear programming: maximalization of linear form

$$Q = \sum_{j=1}^{m} . \, a \, Q_i \qquad (12)$$

under linear restriction-unequalities Qi $\geqslant$ Qi*

Q = $\sum$. Q_i II aij II $\leqslant$ S_i allowed, i = 1,2 ... m, (13)

where Qi* - minimum allowed water productivity. If the number of wells is known in advance (Locations of wells may be also known) then sum total of equations (11) and (12) are transformed. That leads to decreasing the zone of search for the solution.

In case of non-linear problem optimization is carried out inside linearization at every distance Δt_k.

Suggested approach is the base to build automatic control system of matrix evolution models for regional evaluation of exploitational resources of under ground water in cases of hydrostatic and piesometric filtration through unconfined and confined aquifers. Presence of great quickly operating computers enables to carry out programming in real time, i.e when working computer is in relation with exploitation sites directly with means of terminals.

Using matrix evolution models and control systems is, practically, possible for the solution of all regional problems of geofiltration including: evaluation of exploitational resources of underground water taking into consideration the possibility of their recharging (recovery), prognosing of the rise of water table in reclamated land, the calculation of drainage systems and hydrotechnical constructions, and of constructions carried out to store in special geological formations the polluted industrial waters.

DISCUSSION

Validity and accuracy degree of the recommended control system were tested in three highly studied experimental hydrogeological zones. Whithin these zones, aquifer parameters are determined quite accurately using hydraulical method of calculation. Various problems raised in the present paper were studied, partially, by means of hydraulic method from the other side.

The comparison between the results of the two used methods of computations (solution) showed for different parameters, but unweighed values of errors.

The mean - average of the error factor (e_{av}) for all compared parameters in the paper varied as follows:

$\pm$ 1.2% $\leqslant$ e_{av} $\leqslant$ $\pm$ 3.7 %

In zones, less studied hydrogeologically average error is expected to show bigger values. That is due to the low accuracy degree of using hydraulic method in weakly studied areas. In such cases degree of accuracy of using control system will, consequently, decrease. It is worth mentioning that using computer techniques does not give good results from bad initial data. Finally the valdity and high degree of accuracy of recommended control system are not to be doubted.

CONCLUSION

Control over the matrix evolution models of geofiltration comes to the problems of linear and non-linear programming. The methods suggested can be also applied to solve the geofiltration problems of other types

This paper brings forward methods of solution for the problems of evaluation of regional operating resources of underground waters with the aid of a

Mathematical description of completely definite system is given corresponding differential equation : synonymous solution of the equation and accurate dealing with the problem are determined by boundary and initial conditions. If the work of compensation recovery source was reproduced in all discrete great number of points, then initial information of control system can be given in the form of model of matrix type for regional filtration problem including recovery reduction on different moments of time.

In general, for any geofiltration process this matrix whose vectors, covering the studied filtration zone with specially oriented pattern (net), include recovery reaction from the source acting in every vector. Structure of matrix evolutional models depends upon the type of geofiltration process, character of changes of boundary conditions and the parameters of the media within which the process of geofiltration is going on. In this case, it is obligatory to achieve the conditions of distribution of the recovery reaction allover studied area for some time intervals that makes possible to get the temporary dependence of recovery reaction within all time of computations of the action of recovery resources with this maximalized value.

MODEL DEVELOPMENT

The practice of regional evaluation of resources of underground water, matrix evolutional models include information about the evolution of cones of depressions (or some single cones of depressions) that result during the work of productional wells for the computed time.

For the geofiltration zone inscribed in square pattern with m blocks, their formation is carried out through consecutive solution of m-varieties of regional problem for the time moment $t = t^*$ when productivity of wells Q is given as follows:

$$Q \{ q, i = i_o \quad \{ o, i = i_o \quad \ldots\ldots (1)$$

where i_o = 1,2,3, ..., m-wells; q-single well productivity.

In the frame of the linear problem or in the condition of particular drainage (not over 20% of the thickness of water-bearing formation) matrix evolutional model gets the following form:

$$A = \text{II } a\, ij \text{ II}, \ldots\ldots (2)$$

where A- matrix m-order, a_i, j-element of matrix that includes the reaction of j block of square pattern in a fixed time moment $t = t^*$ for single well production lying in i block of the well.

In the frame of non-linear problem, that takes place in hydrostatic water table case of filtration (unconfined aquifer) linear condition is not applicable for matrix A. Because of mentioned up statement, the computation of non-linear problem for the time interval from zero to t* is replaced approximately by the computation of sequence of linear problems for time intervals Δt_k, where

$$\sum_{K}^{M} \Delta t_k = t^* \ldots\ldots (3)$$

In each time interval $t_{k-1} < t < t_k$, corresponding regional problem is to be solved with finding out the matrix

$$A_k = \text{II } aij^k \text{ II} \ldots\ldots (4)$$

Going onto the next time interval $t_k < t < t_{k+1}$ means the switching over of the control. According to equation (3) there must be M switching over during the computation time period t*

The construction of equation (2) and (4) is performed by means of numerical realisation of a differential equation of a mono-layer parabolic type on the computer. (For two-dimensional, in plane, flow through leaky semiconfined aquifer), matrix evolution model of equations (2) and (4) enables to find the solution of mentioned up problems.

At the prognosis of productivities $N \leqslant m$ of water wells, we have to find out those, their values where the draw-down caused by the works of water wells calculation lying in I M block added to the draw-downs of water levels caused by the influence of other acting wells $\sum_{j=1}^{M} A_{Sj}$, does not exceed allowed draw - down of water level $j \neq 1$ (S_1 ^{allowed}) for determination S ^{calcul}. Initial approximation (draw-down vector) has to be given; vector to be calculated.

$$\bar{S}(1) = \bar{S}(0) - A\bar{S}(0) \ldots\ldots (5)$$

Later vector of additional draw-downs is to be constructed:

$$\bar{S}(2) = A^2 \bar{S}(0) \ldots\ldots (6)$$

then, new vector is to be formed

$$\bar{S}(3) = \bar{S}(2) - A\bar{S}(2) = (E-A)\bar{S}(2) \ldots\ldots (7)$$

where E-single matrix equations (6) and (7) represent main cycle control, forming the vector of approximation sequence $\bar{S}$ (2). Calculated draw-down is received as the limit of the sum by

CONTROL SYSTEM OF REGIONAL EXPLOITATIONAL RESOURCES OF UNDERGROUND WATER

By
A.M. Assal*

ABSTRACT

This paper brings forward methods of solution of the problems of evaluation of regional operating resources of underground waters with the aid of a system of control over the matrix evolution models of geofiltration. The control information is presented by a matrix with vectors which contain a disturbance reaction of a source acting in every vector. The structure of the matrix evolution models is determined by the nature of geofiltration process. Modelling is performed by means of numerical realization of a differential equation of a parabolic type on the computer.

Control over the matrix evolution models of geofiltration comes to the problems of linear and non-linear programming. The methods suggested can be also applied to solve the geofiltration problems of other types.

INTRODUCTION

Due to the increasing everywhere of water requirements, the evaluation (estimate) of exploitational resources of underground water in regional aspect becomes one of the most actual tendencies on the way of evolution of hydrogeology. Mentioned tendency includes the problems of exploration as well as the problems of evaluation of resources of underground water. Solution of these problems may be found on the base of corresponding control system.

Control system should fulfil the following aims:

1) Determination of productivity of any number of exploitational (productional) designed (project) water wells lying, arbitrary, within the study region and acting under the condition of interference.

2) Finding out (revealing) the possibility to the required quantity of water from a site of the area (region) taking into consideration the simultaneous work of both productional and project wells.

3) Prognosis (forecast) of the evolution of corresponding cones of depressions with time.

In such case control system is considered as a computing apparatus for the solution of the following main problems of evaluation regional resources of underground water:

a) Prognosis - during the given period of exploitation for the productivity of oriented wells (acting and designed within study region and having fixed, in advance, localities.

b) Optimization of productivity of oriented acting and designed wells in order to get during the calculation time, the maximum total productivity.

c) Optimization - inside the region - of quantity of wells and of their productivity as well as of their localities in order to get the required or maximum, possible quantity through the calculation period.

For its realisation control system necessitates that initial infomation should be prepared in the form suitable for control; the most favourable condition is to put it in the form of values for the unknown function of the level of underground water in preliminary fixed discrete great number of points within study. The unknown function is the result of processing and solution of third boundary problem of filtration for two-dimensional (in - plane) flow which comes from determination of the reaction of compensation (recovery) caused by forces effecting on the studied zone of flow and from the side of boundary condition. Reaction compensation is described by the distribution of fluid pressure inside studied filtration zone.

* Petroleum Engineering Department, Cairo University.

REFERENCES

1. *Considére, A., Ann. Ponts Chaussées 9, 1985, p. 574.*

2. *Ghosh, A.K., Met. Trans. 5, 1974, p. 1607.*

3. *Ghosh, A.K., J. Eng. Mat. Tech. 1977.*

4. *Ghosh, A.K., Res. Lab. General motors Corp., 1976.*

5. *Sagat, S. and Taplin, D.M.K., Metal Sci. 10, 1976, p. 92.*

6. *Hart, E.W., Acta. Met., 1967, pp. 15 - 35.*

7. *Campbell, J.D., J. Mech. Phys. Solids 15, 1967, p. 359.*

8. *Jonas, J.J., Holt, R.A. and Coleman, C.E., Acta Met., 24, 1967, p. 911.*

9. *Argon, A.S., "The Inhomogeneity of Plastic Deformation, Chapter 7," American Society of Metals, Metals Park, Ohio, 1973.*

10. *Hutchinson, J.W. and Obrecht, H., Proc. 4th Int. Conf. on Fracture, Waterloo, Canada, Vol. 1, 1977, p. 101.*

11. *Marciniak, Z. and Kuczynski, K., Int. J. Mech. Sci., 9, 1967, p. 609.*

12. *Marciniak, Z., Kuczynski, K., and Pokora, T., Int. J. Mech. Sci. 15, 1973, p. 789.*

13. *Bridgman, P.W., "Studies in Large Plastic Flow and Fracture," Harvard University Press, 1964.*

14. *Pearson, C.E., Handbook of Applied Mathematics, Van Nostrand-Roinhold, New York, 1974.*

15. *Burke, M.A. and Nix, W.D., Acta Met. 23, 1975, p. 793.*

16. *Woodford, D.A., Trans. Am. Soc. Metals 62, 1969, p. 291.*

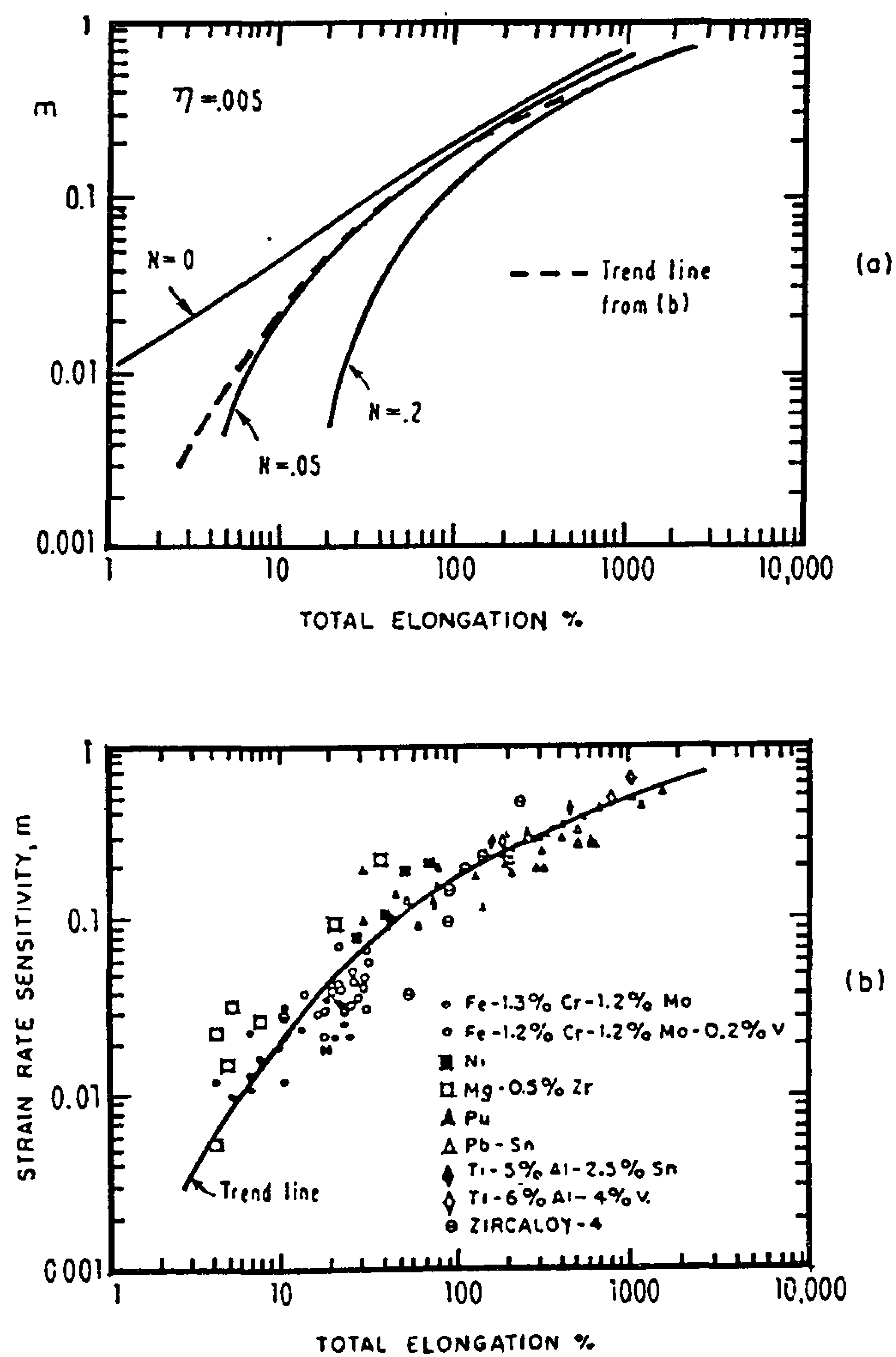
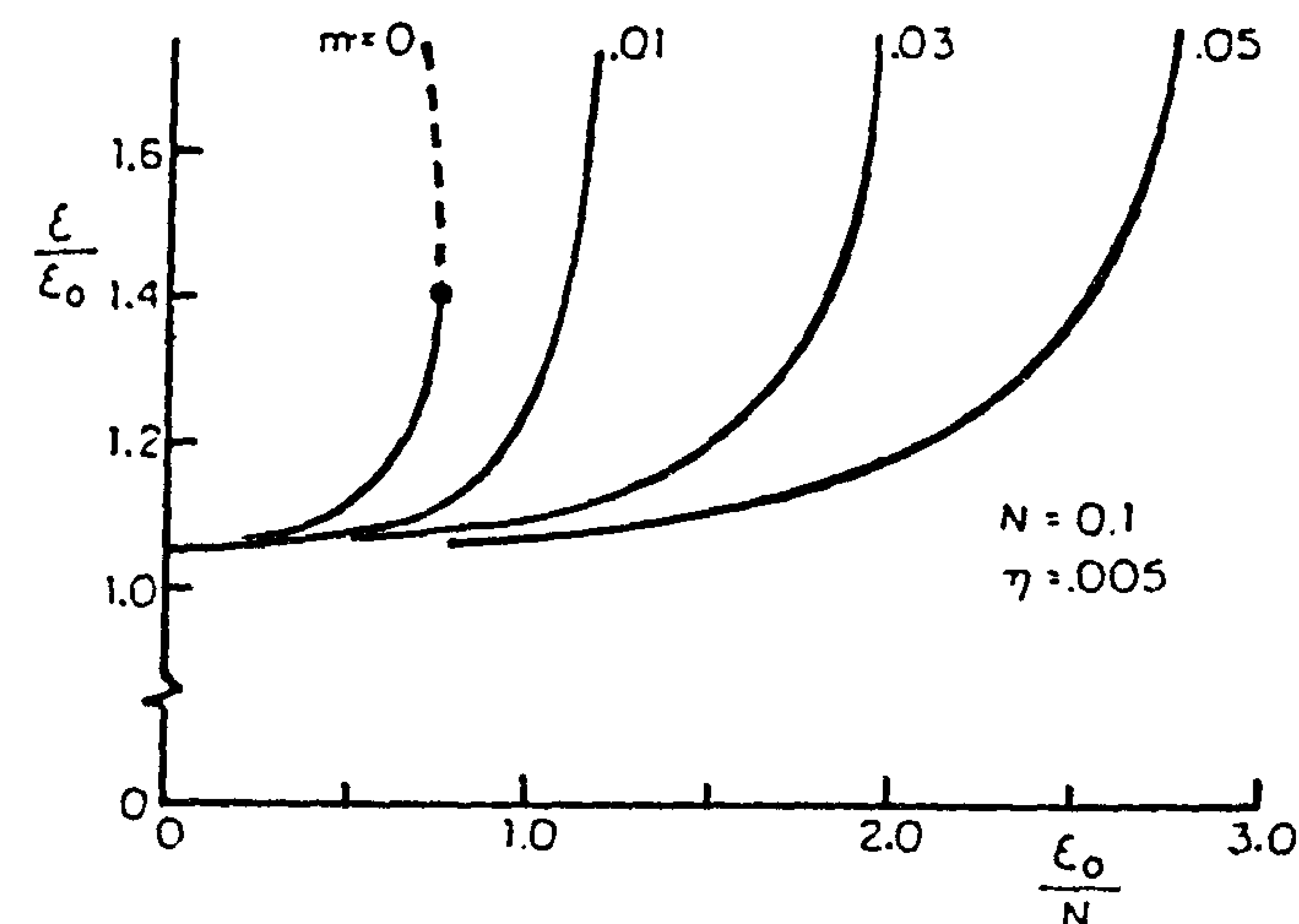


Fig. 7- (a) Relation between strain-rate index and the total elongation as calculated from 30 (b) Collected data from Woodford [6].



Fig. 3- Geometry of imperfect bar



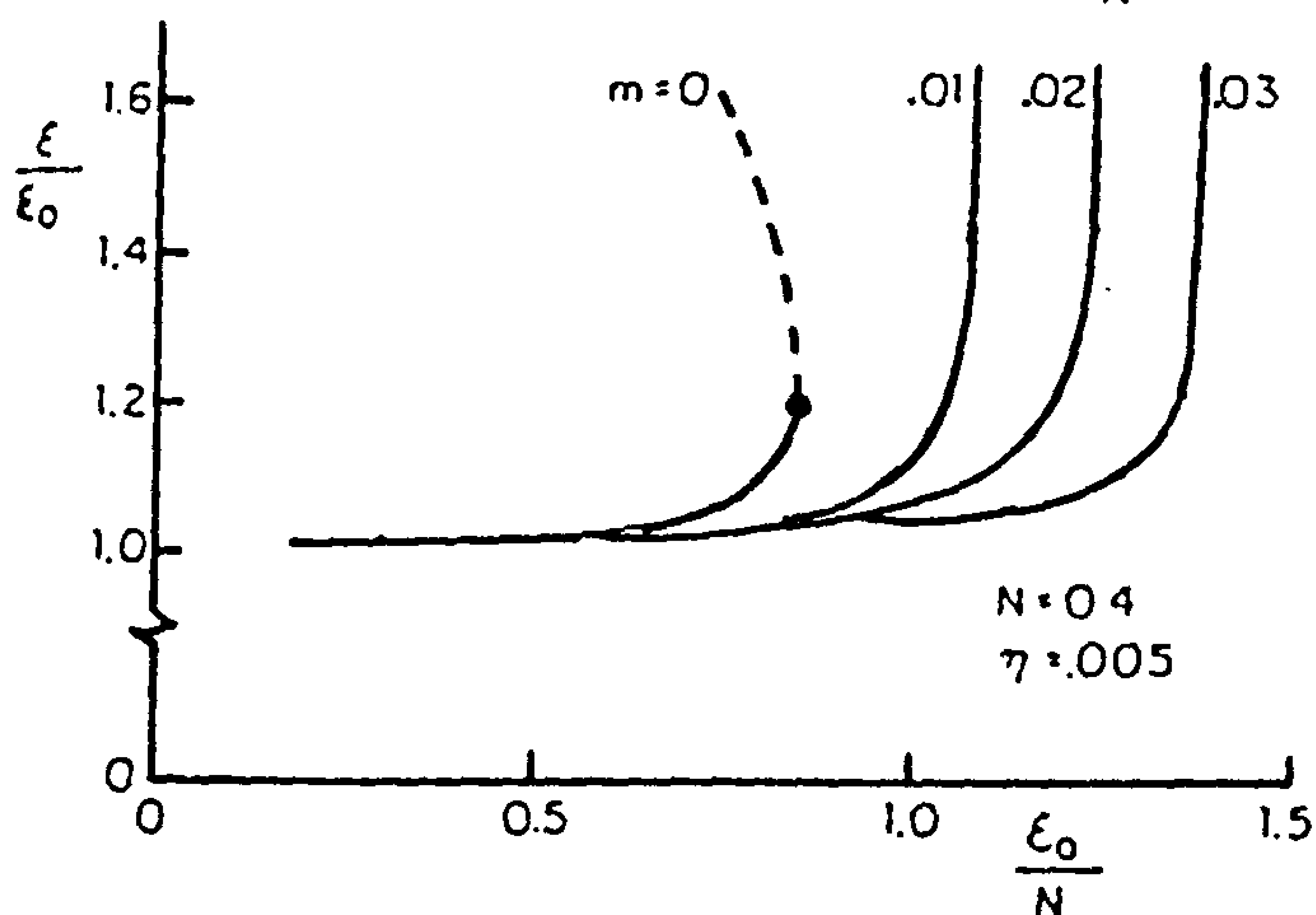


Fig. 4 - Ratio of strain at necking region to strain in uniform section as a function of normalized strain in uniform section.

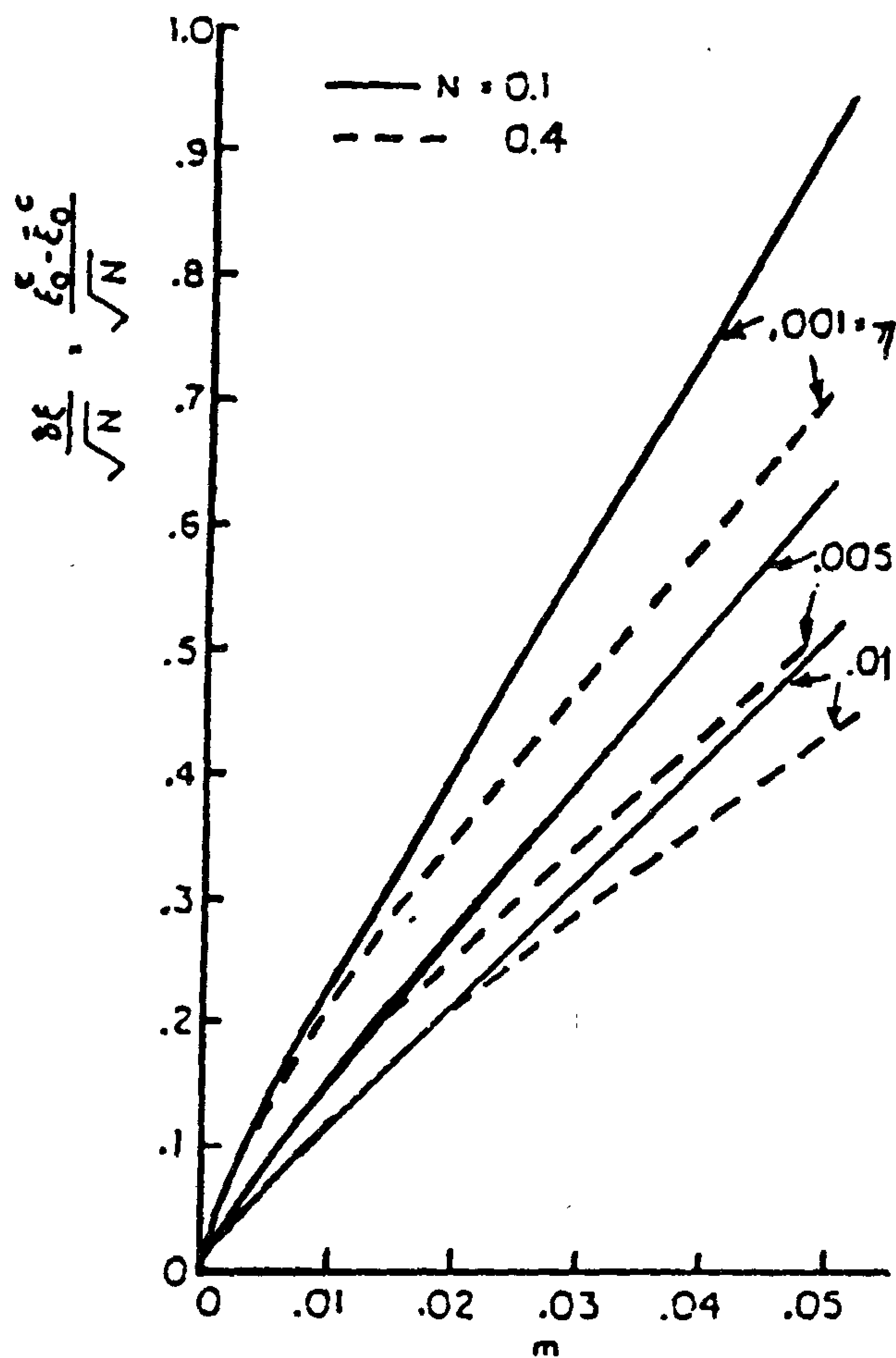


Fig. 5- Additional maximum strains in uniform sections as functions of strain - rate index m.

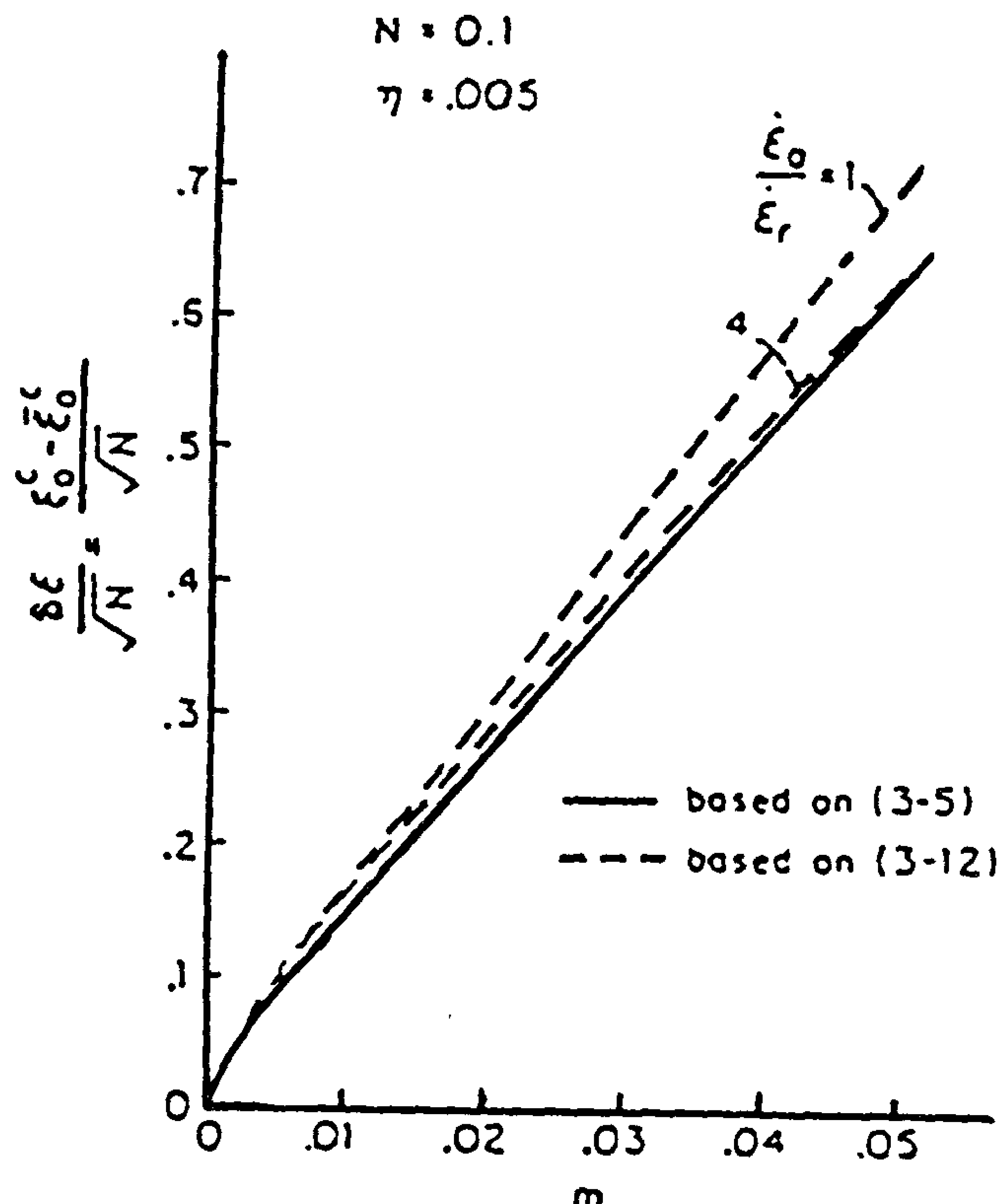


Fig. 6- Comparison of the additional maximum strains in uniform sections for two uniaxial constitutive laws.

exponent N is relatively unimportant for the higher values of m, but that variations in both m and N substantially affect the critical strain ε_o^c in the lower range of m.

In Fig. 7(b), Woodford's [16] compilation of experimental data for a variety of materials is given. The trend line from this plot is reproduced as the dashed line in Fig. 7 (a), and is seen to lie in the range of numerical results predicted by the present analysis.

6. CONCLUSION

The relatively simple nonlinear long-wavelength analysis demonstrates the strong influence of a very small degree of material strain-rate dependence on retarding necking localization. It seems likely that the long-wavelength analysis actually underestimates the amount of essentially uniform straining attainable prior to necking failure. As discussed in the paper, this is due to inherently three-dimensional aspects of stress distribution which develop as necking progresses. In one form or another, the long wire approximation is invoked by many authors, but its limitations are not fully understood. The approach of Marciniak and Kuczynski [11] to necking failure in thin sheets of time-independent materials under biaxial tension involves approximations similar to those used here, as does their work [12] accounting for time-dependent material behavior in sheet necking. Burke and Nix [15] also adopt the long-wavelength approximations in their nonlinear analysis of neck development in nonlinear viscous materials of the type (2). Even when nonuniformities are very small three dimensional effects can be important when their wavelength are short. For example, from (7) and Fig. 7, it is seen that for simisoidal nonuniformities with wavelength λ less than π Ro (i.e. q > 2) the growth-rate is a small fraction of the long wavelength growth-rate. The extent to which inherently three-dimensional features modify predictions of the longwavelength analysis requires further investigation. An ad hoc approach to necking in flat strip specimens by Ghosh [4] does incorporate such features in an approximate way and allows for the possibility of numerical calculations which are not inordinately heavy. In particular, his numerical results, analogous to those in Fig. 5, appear to be in good agreement with the trend of the experimental data for strips which he collected in Fig. 1.

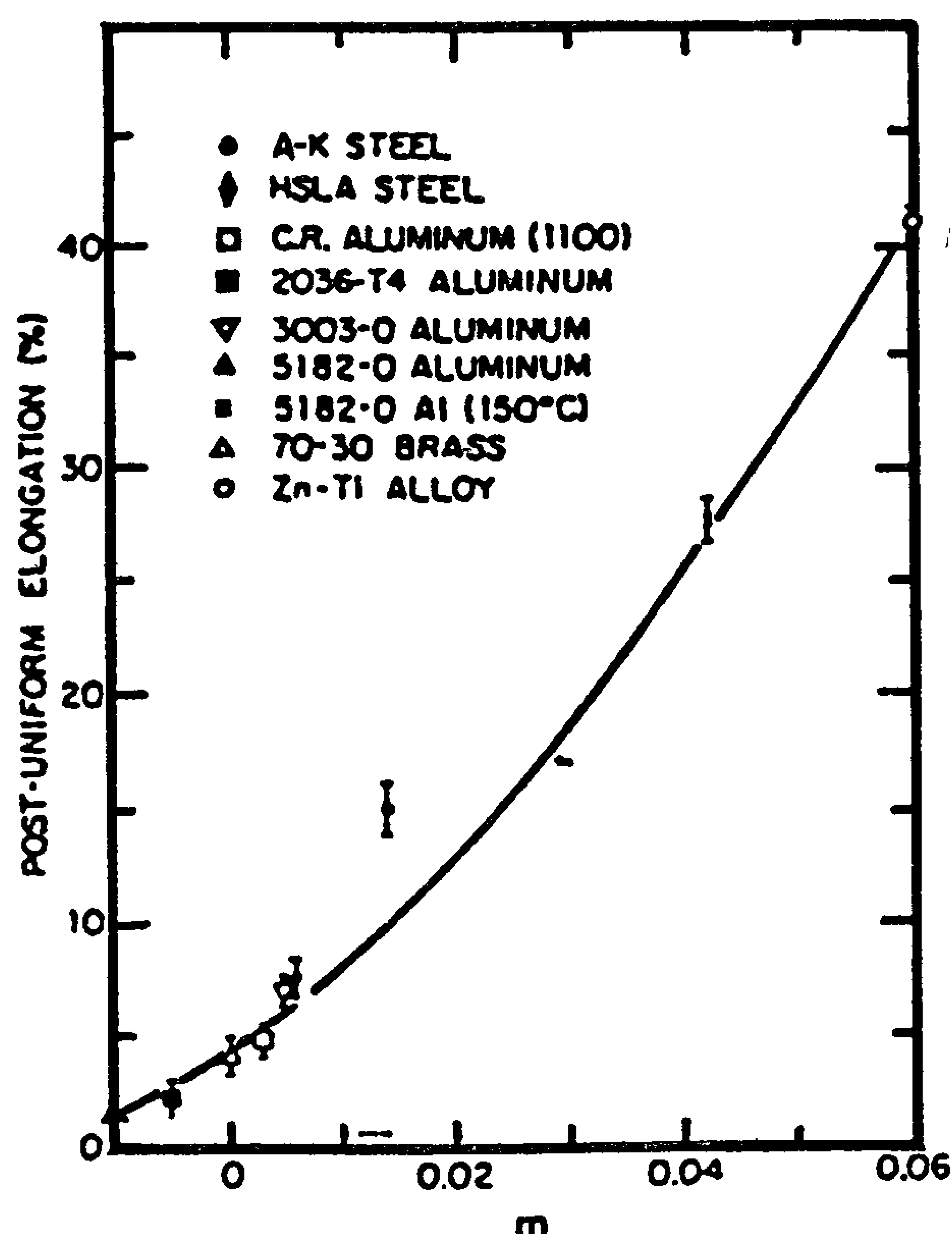


Fig. 1- Collected data gy Ghosh [3] showing relation between delay in necking and strain-rate index m.

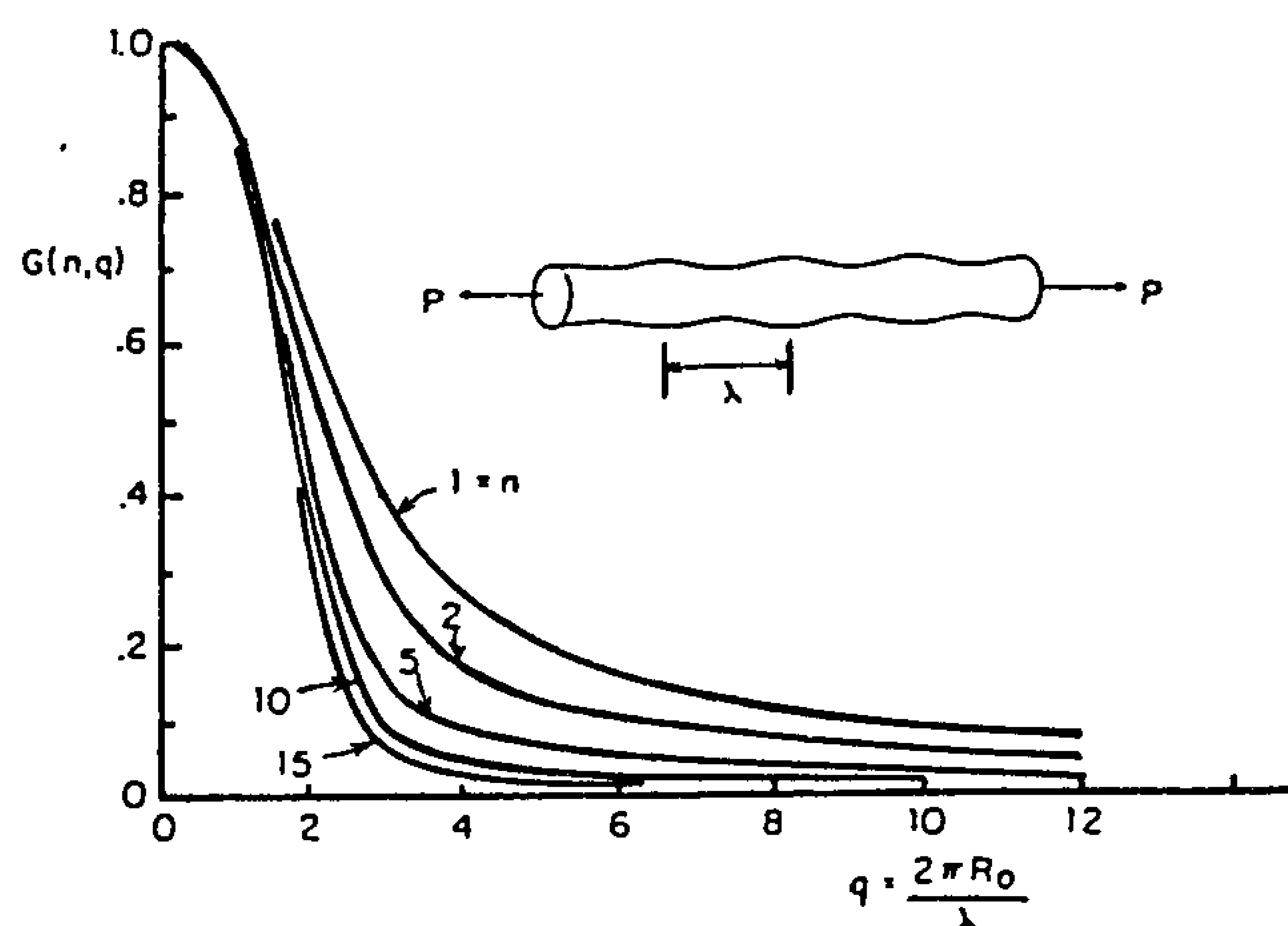


Fig. 2- Values of G (n,q) in (2.7).

exponent m can substantially increase the strain ε_o^c beyond its time-independent value $\bar{\varepsilon}_o^{\,c}$ and might be carried out to determine an approximate relation for the influence of small m on ε_o^c. Such an analysis is performed in this section for the case where the material response is described by (28). The approach consists of applying Laplace's method [14] to obtain approximate expressions for the integrals (30). We note first, however, that in the time-independent case (m = 0) an asymptotic expansion of $\bar{\varepsilon}_o^c$ about N for small η using (32) gives:

$$\frac{\bar{\varepsilon}_o^{\,c}}{N} \cong 1 - \sqrt{\frac{2\eta}{N}} \qquad (37)$$

As discussed previously, the criterion introduced in the present analysis implies that $\varepsilon \to \infty$ as the critical strain $\bar{\varepsilon}_o^{\,c}$ is attained. Consequently, form (30):

$$\int_o^x \exp[-Sg(t)]\,dt = \frac{1}{(1-\eta)^5}\int_o^{\varepsilon_o^{\varepsilon}} \exp[-Sg(t)]\,dt \quad (38)$$

determines $\bar{\varepsilon}_o^{\,c}$, where

$$g(t) = t - N\,\mathrm{In}\,t \qquad (39)$$

Consider first the integral on the left of the equal sign in (38). Since g(t) has a minimum on the interval $0 < 1 < \infty$ at t = N, when S(= 1/m) is large, the major contribution to the interval is from the neighborhood of t = N. A straightforward application of Laplace's method gives:

$$\int_o^x \exp[-Sg(t)]\,dt \cong \exp[-N_s(1-\mathrm{In}\,N)] \times [2\pi N/S]^{1/2} \quad (40)$$

Next, to evaluate the other integral in (38) it must be noted that as $m \to 0$, $\varepsilon_o^c \to \bar{\varepsilon}_o^c$ which is less than N when $\eta > 0$ from (37). Therefore, for sufficiently small m, the point t = N where g = 0 lies outside the range of integration $0 \leqslant t \leqslant \varepsilon_o^c$. Applying Laplace's method here gives:

$$\int_o^{\varepsilon_o^c} \exp[-Sg(t)]dt \cong \left[S\left(\frac{N}{\varepsilon_o^c} - 1\right)\right]^{-1} x\text{-}\exp[-S(\varepsilon_o^c - N\,\mathrm{In}\,\varepsilon_o^c)] \quad (41)$$

valid for large S and $\varepsilon_o^c < N$.

When the above asymptotic approximations are substituted into (38), an explicit algebraic expression relating ε_o^c, m, η, and N is obtained. As $m \to 0$, this expression reduces to the time-independent result (32) for $\bar{\varepsilon}_o^{\,c}$.

Thus with $\varepsilon_o^c = \bar{\varepsilon}_o^{\,c} + \delta\varepsilon$, (42)

an asymptotic expression for $\delta\varepsilon$ in terms of large s (small m) can be obtained. The result is :

$$\frac{\delta\varepsilon}{N} \cong \frac{m}{2\sqrt{2\eta}}\,\mathrm{In}\left(\frac{4\pi\eta}{m}\right) \qquad (43)$$

In deriving (43), the relation (37) is used so that it is assumed that $\eta << 1$. Furthermore, (43) is restricted to values of m and η satisfying $m \leqslant 2\eta$, which ensures that $\varepsilon_o^{\,c}$ is less than N. The higher-order terms neglected in the analysis indicate that m/N should be small as well.

It is the above relation (43) which suggested that $\delta\varepsilon$-be normalized by $\sqrt{N}$ in Fig. 5. Note also that the slope of the $\delta\varepsilon$-m relation is infinite at m = 0, already indicating an unusually strong dependence on m.

5. NUMERICAL RESULTS FOR FULL RANGE OF m

Using the relation (30) with $\varepsilon = \infty$ and $\varepsilon_o = \varepsilon_o^c$, numerical results for the critical strain ε_o^c were generated for a wide range of material parameters m and N in the constitutive law (28). Typical results are shown in Fig. 7 (a) where the total elongation at necking is plotted against m for $\eta = 0.005$ and N = 0, 0.05 and 0.2. Here, to draw comparison with previously published data in Fig. 7 (b), the total elongation is measured as (percentage of) engineering strain, i.e. exp. [(ε_o) - 1]. The curve corresponding to N = 0 was obtained from the relation:

$$\varepsilon_o^c = m\,\mathrm{In}\,[\,1 - (1-\eta)^{1/m}\,] \qquad (44)$$

which follows immediately from (33) and which, when converted to engineering strain, is identical to that given by Ghosh in [3]. The results of Fig. 7 (a) indicate again that the amount of strain that can be achieved prior to necking increases sharply with increasing strain-rate exponent m. From this figure it is also apparent that the value of strain-hardening

incremental fashion. It can be seen from these results that a very small nonuniformity grows slowly from the onset of loading, but that extremely rapid growth or localization eventually occurs. The value of ε_o also attains a maximum for this case; however, in contrast to the response when m = 0, the uniform strain ε_o now reaches a maximum when $\varepsilon \to \alpha$.

The above results suggest that instability is identified with ε_o^c, the maximum value of ε_o. Consequently, we define the critical state for necking as that for which $d\varepsilon_o/d\varepsilon = 0$. This provides a unified criterion for both time-dependent and time-independent behavior, but we will use the special symbol $\bar{\varepsilon}_o^{\,c}$ to denote the value of $\varepsilon_o^\varepsilon$ for m = 0. For time-dependent material behavior ($m \neq 0$), the critical value $\varepsilon^c{}_o$ is obtained by inserting the limt $\varepsilon_o = \varepsilon^e{}_o$ and $\varepsilon = \infty$ in the integral (31). It is perhaps interesting to note that, for integer values of p, (31) can be integrated analytically and that the above stability criterion furnishes the following expression for the critical strain ε_o^c:

$$\exp(-S\varepsilon^c) \sum_{k=0}^{p} \frac{(S\varepsilon^\varepsilon{}_o)^k}{K1} = [1 - (1-\eta)^5] \qquad (33)$$

We emphasize again that the present analysis is concerned mainly with the strain parameter ε_o^c. In a finite length test specimen, however, it is the combined contributions from ε_o and ε which produce the total elongation. Consequently, the distinction between εo and a measured overall average axial strain must be properly accounted for in any correlation with test data.

The curves of Fig. 4 clearly indicate that time-dependent effects greatly influence the strain ε_o^c that can be achieved prior to necking. Fig. 5 illustrates the delay in necking for small values of strain-rate exponent ($m \leqslant 0.05$). Here:

$$\delta\varepsilon = \varepsilon_o^c - \bar{\varepsilon}_o^{\,c} \qquad (34)$$

is the increase due to strain-rate dependence of the maximum strain attainable in the uniform sections above the corresponding strain for the time-independent material (m = 0). Very small values of m lead to relatively large increases in $\varepsilon^c{}_o$, similar to the trend of Ghoshs plot for thin strips in Fig. 1. It is also evident that $\delta\varepsilon$ decreases with increasing initial nonuniformity η, and increases with increasing strain-hardening exponent N. In fact, the numerical results depicted in Fig. 5 indicate that $\delta\varepsilon$ is nearly proportional to $\sqrt{N}$ for small m, as suggested by the asymptotic analysis discussed in the next section.

The above analysis, which is based on the constitutive law (28), leads to the interesting conclusion that ε_o^c is determined solely by the parameters m, η and N. Thus, according to this model, the strain rate $\dot{\varepsilon}_o$ experienced by the bar has no effect on the eventual necking strain. This conclusion is not exactly true, however, for an alternative constitutive law recently proposed by Ghosh [4]:

$$\sigma = K\left[\varepsilon^N + m \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_r}\right)\right] \qquad (35)$$

Here, N and m again represent strain hardening and strain-rate hardening constants, respecively, and the additional parameter $\dot{\varepsilon}_r$ is a reference strain-rate. When this law is employed in the previous long-wavelength analysis, the following expression, analogous to (29), is obtained:

$$\ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}r}\right) = \frac{\exp(\varepsilon - \varepsilon o)}{(1-\eta)}\left[\frac{\varepsilon^N{}_o}{m} + \ln\left(\frac{\dot{\varepsilon}o}{\dot{\varepsilon}r}\right)\right] - \frac{\varepsilon^N}{m} \qquad (36)$$

in which the strain-rate is inherently present. Here, again, the critical strain ε_o^c for which $d\varepsilon_o/d\varepsilon = 0$ occurs when $\varepsilon \to \infty$. A straightforward incremental technique was employed to numerically solve (36) for the critical strain $\varepsilon^c{}_o$ for the case N = 0.1, $\eta = 0.005$ and various values of m and imposed strain-rate $\dot{\varepsilon}_o$. The result of these calculations are shown in Fig. 6 where they are compared with those obtained previously using law (28). Very little difference between the predictions of both laws can be observed. Furthermore, although there is some dependence on $\dot{\varepsilon}_o$ with Ghosh's constitutive law, it can be seen that an increase in the imposed strain-rate by a factor of 4 has only a very minor effect on ε_o^c.

In contrast to the results of the nonlinear long wavelength analysis just discussed, predictions based on the criterion h = 0 (or $\hbar = 0$) derived from the linearized analyses indicate no strong dependence of ε_o^c on m. For example, using (16) and (17) and the law (28) one finds that h changes sign from positive to negative, implying loss of stability according to [6], when $\varepsilon_o = N/(1-m)$.

Not only does this result fail to reveal any dependence on η, it implies a weak strain-rate effect compared to the results of either Figs. 1 or 5. The analogous prediction based on (21) gives $\varepsilon_o = N$ when $\hbar$ becomes negative, implying no strain-rate dependence.

4. ASYMPTOTIC ANALYSIS FOR THE EFFECT OF SMALL m

The numerical results of the previous section indicate that very small values of the strain-rate

strain gives:

$$\varepsilon = -\ln \frac{A}{A(o)}, \varepsilon_o = -\ln \frac{A_o}{A_o(o)} \qquad (25)$$

and

$$\dot{\varepsilon} = -\frac{\dot{A}}{A}, \dot{\varepsilon}_o = \frac{\dot{A}_o}{A_o} \qquad (26)$$

As a result of (25), the relative nonuniformity introduced in (18) is given by:

$$a(t) = \frac{\Delta A(t)}{A_o(t)} = (1 - \eta)\exp(\varepsilon_o - \varepsilon) - 1 \qquad (27)$$

where η is the initial geometric nonuniformity defined by (14). It is clear from the above relation that the relative values of the "local" strain ε (t) and the "uniform" strain ε_o (t) also provide an adequate measure of geometric nonuniformity. Since we shall be primarily interested in the amount of strain, ε_o, attainable in the uniform sections, we shall therefore work with the growth of ε and ε_o in the following and identify the critical state for necking in terms of the relative values of these quantities. A more precise definition of this critical condition will be given shortly.

Although three-dimensional effects are obviously being neglected here, it might be argued that the long-wavelength approximation will underestimate the actual total elongation of the bar required for necking. For example, a Bridgman-type analysis [13] for the three-dimensional stress state in a neck under time-independent plastic conditions indicates that the effective stress there would be less than the average stress given by (24). This implies that the actual strain in the neck is also less than the strain ε calculated in the present analysis. Thus, necking proceeds more rapidly when the long-wavelength simplification is invoked and the critical state should be attained earlier than in an analysis where three-dimensional effects are included.

To describe time-dependent material response under uniaxial tension, the following constitutive law [3,4] will first be employed:

$$\sigma = K \varepsilon^N \dot{\varepsilon}^m, \sigma_o = K \bar{\varepsilon}_o^N \bar{\varepsilon}_o^m \qquad (28)$$

Here K is a constant and N and m denote the strain hardening and strain-rate hardening exponents respectively. The parameters P and K can now be readily eliminated from (24) to (28). This, together with (25) and (14), furnishes the desired relationship between the increments (or rates) of local and uniform strain :

$$e^{-S\varepsilon} \varepsilon^p d\varepsilon = \frac{1}{(1-\eta)^5} e^{-S\varepsilon o} \varepsilon_o^p d\varepsilon_o \qquad (29)$$

in which p = N/m and S = 1/m. With initial conditions $\varepsilon(o) = \varepsilon_o(o) = 0$; the integrated form of (29) becomes:

$$_o\int^{\varepsilon} e^{-st} t^p dt = \frac{1}{(1-\eta)^5} {}_o\int^{\varepsilon o} e^{-st} t^p dt \qquad (30)$$

This result brings out an interesting feature of our analysis, namely that the relationship between ε and εo is independent of the load history p (t) experienced by the bar and, in particular, is independent of the rate at which the bar is being deformed.

For time-independent material behavior (m=0), the long-wavelength analysis presented above gives:

$$e^{-\varepsilon} \varepsilon^n = \frac{1}{(1-\eta)} e^{-\varepsilon o} \varepsilon^N_o \qquad (31)$$

The above expressions (30) and (31) were applied to some specific examples in order to illustrate the strain-localization process in the bar and to assess the influence of strain-rate sensitivity. Typical results are shown in Fig. 4 where curves of $\varepsilon / \dot{\varepsilon}o$ are plotted against the normalized uniform strain $\varepsilon o/N$ for an initial geometric nonuniformity $\eta = 0.005$.

For the case m=0, the curves of Fig. 4 were determined from a direct numerical solution of the transcendental relation (31). The solid dots on these curves indicate the maximum value of εo, which, in view of (31), is given by:

$$\frac{\varepsilon_o^{-c}}{N} \exp - \left(\frac{\varepsilon_o^{-c}}{N} - 1 \right) = (1 - \eta)^N \qquad (32)$$

This occurs when the local strain satisfies e=N and the corresponding load on the specimen reaches a maximum. The dashed portion of the curve is also obtained from (31), but is no longer valid since unloading occurs in the uniform sections. The important point, however, is that ε_o^{-c} given by (32) is the maximum value of the strain attained in the uniform sections. Note that the classical result for time-independent, $\varepsilon_o^{-c} = N$, is retrieved from (32) when $\eta = 0$.

For the case m $\neq$ 0, the curves of Fig. 4 were determined by integrating (31) in a straight forward

include the non-homogeneous term in (15) - see [10] for the derivation of (15).

It is revealing to cast (15) into a different form involving the relative size of the nonuniformity:

$$a(t) = \Delta A(t) / A_o(t) \qquad (18)$$

Since

$$\dot{a} = \Delta\dot{A}/A_o - \Delta A\,\dot{A}_o/A_o^2 = \alpha(\Delta\dot{A}/\Delta A + \dot{\varepsilon}_o) \qquad (19)$$

equation (15) can be written as:

$$\dot{a} + \hbar(t)\,a = a = -(\gamma/m)\,\dot{\varepsilon}_o\,\gamma \qquad (20)$$

where

$$\hbar(t) = (\dot{\varepsilon}_o/m)\,[-1+\gamma] \qquad (21)$$

Using the absolute size ΔA as the measure of the nonuniformity, Hart [6] notes that a positive value of h, i.e. assuming $m > 0$.

$$-1 + \gamma\,tm > 0 \qquad (22)$$

implies that the homogeneous solution to (15) for ΔA is associated with exponential decay. Hart defines a state in which (22) is satisfied as being stable. Other authors préfer to measure the nonuniformity using its relative size a. Indeed, when large straining occurs prior to necking, as in the tests of Sagat and Taplin [5] discussed below, the relative size a is clearly a more meaningful measure than ΔA. From (20), exponential decay of the homogeneous solution for a requires $\hbar > 0$, i.e.

$$-1 + \gamma > 0 \qquad (23)$$

Condition (23) is favored over (22) as a stability criterion by Jonas et al. [8]. They use the difference between the axial strain at the narrowest cross-section and that away from the nonuniformity, $\Delta\varepsilon = \varepsilon - \varepsilon_o$, as their measure of nonuniformity. But it is readily shown that in the long-wavelength approximation $\Delta\dot{\varepsilon} = -\dot{a}$, and thus a criterion based on growth or decay of $\Delta\varepsilon$ is identical to that based on a, i.e. (23).

It has been suggested that a transition from $h > 0$ to $h < 0$ (or from $\hbar > 0$ to $\hbar < 0$) could be used as a criterion to predict the effect of strain-rate dependence on tensile instabilities. Recent work indicates that neither criterion is useful for this purpose. In addition to the data of Fig. 1., which will be mentioned again in the next section, Sagat and Taplin [5] conducted uniaxial necking tests on a class of metals with strong strainrate dependence (m being as large as 0.4). They found that the transition criterion $h = 0$ predicted overall strains at necking which were not even qualitatively correct. For example, in one case in which experimentally measured values of m and γ implied that h becomes negative at an axial strain of about 0.02 monuniformities could not be detected by eye until strains of about 0.7 were attained. That such behavior should be expected is actually apparent from either (15) or (20) as noted in [10]. Since the magnitude of h (or $\hbar$) is proportional to $\dot{\varepsilon}_o$ the characteristic time for exponential growth will be on the order of the time scale associate with development of strains of order unity in the uniform sections of the bar if m is not small. In other words, even if $h < 0$ (or $\hbar < 0$) the rate exponential growth can be exceedingly slow, and a sign change of h for $\hbar$ positive to negative has no immediate significances as far as observable behavior is concerned.

Nonlinearity, whether it is geometric, material, or both, is inherently a part of the necking process, while linear analyses as such as those discussed above can provide the way early development of small nonuniformities, it appears, cannot be used to estimate the influence of imperfections or material parameters on rupture times or on the amount of attainable strain.

3. NONLINEAR LONG-WAVELENGTH ANALYSIS

As emphasized in the previous section, it is essential that nonlinearities are properly accounted for, in an analysis of the necking process. Here, a nonlinear analysis based on the long-wavelength approximation referred to above is applied to study the growth of geometric nonuniformities in a strain-rate sensitive material. The approach is essentially a one-dimensional version of the analysis introduced by Marciniak and Kuczynski [11,12]. We consider a long cylindrical solid bar (Fig. 3) subjected to a time dependent axial load P(t) and examine the growth of the monuniformities $\Delta A(t) = A(t) - A_o(t)$. As previously indicated, A (t) denotes the area at time t of the cross-section where necking eventually occurs, and A_o (t) refers to the corresponding area in the uniform sections or of the perfect bar.

According to the long-wavelength simplification represents the values of true stress at the "local" section A and "uniform" section A_o, respectively.

$$\sigma = \frac{p}{A}, \quad \sigma_o = \frac{p}{A_o} \qquad (24)$$

Furthermore, for an incompressible material, the conventional definition of natural or logarithmic

In [10], the linearized problem for the stresses and strain-rates in slightly nonuniform bar (i.e. $|\eta| << 1$) under load p is solved exactly. Of primary interest here is the result for the rate of growth of the relative size of the nonuniformity of cross-sectional area. Let $A_o(t)$ denote the evolving cross-sectional area of the perfect bar, $\eta = 0$, and let A(t,z) be the area of the nonuniform bar at z. Define the nonuniformity in area as :

$$\Delta A(t,z) = A(t,z) - Ao(t) \quad (3)$$

Define the measure a of the size of the nonuniformity relative to the evolving cross-sectional area of the perfect bar as:

$$a(t,z) = \Delta A(t,z) / Ao(t) \quad (4)$$

From (1), the current a is taken as :

$$a = -\eta \cos(2\pi z/\lambda) \quad (5)$$

The result of the analysis of [10] for the state of change of a can be expressed as:

$$\dot{a} = -\eta\, n\, \dot{\varepsilon}_o\, G(n.q) \cos(2\pi z/\lambda) \quad (6)$$

or, from (5), as:

$$\dot{a} = n\, \dot{\varepsilon}_o\, G(n.q)\, a. \quad (7)$$

Here

$$\dot{\varepsilon}_o = \alpha (P / Ao)^n \quad (8)$$

is the strain - rate of the perfect bar and

$$q = 2\pi Ro/\lambda \quad (9)$$

where Ro is the radius of the perfect bar. Curves of G as a function of q for various n are shown in fig. 2.+ For small q,

$$G(n,q) = 1 \frac{1}{8} q^2 - \frac{1}{876} \frac{1}{n} (n^2 + 3n - a) q^4 + \ldots \quad (10)$$

The limit of (7) for long-wavelength nonuniformities, $q \to o$, is

$$\dot{a} = n\, \dot{\varepsilon}_o\, a \quad (11)$$

This limiting result is precisely the result obtained by assuming the stress over each cross-section is uniaxial and uniform with resultant P. This assumption is often invoked in the analysis of the growth of nonuniformities in tensile bars and will be referred to here as the long-wavelength approximation. From (7) and Fig. 2 it is clear that the relative size of the nonuniformity, a, always increases for the viscous material (2), albeit possibly very slowly. If $q < 1$, i.e. if $\lambda > 2\pi$ Ro, the long-wavelength approximation (11) is reasonably accurate. Since G is a monotonically decreasing function of q for each n, the long-wavelength nonuniformity characterized by (11) has the fastest growth-rate.

Linearized, long-wavelength analyses have been carried out for more general materials by a number of authors [6-9]. As an illustration, consider axisymmetric bars of incompressible materials characterized in simple tension by:

$$\sigma = F(\varepsilon, \dot{\varepsilon}), \quad (12)$$

where σ is the true stress, ε is the natural strain and a dot denotes time rate of change. The bar is subject to a load history p (t). It is considered to be long compared to its single long-wavelength nonuniformity, as depicted in Fig. 3. Far from the nonuniformity, the bar is assumed to be essentially uniform with cross-sectional area Ao(t). [Equivalently, Ao(t) can be regarded as the area of the perfect bar under the same load history]. Denote the area of the smallest cross-section in the nonuniform region by A (t) and let:

$$\Delta A(t) = A(t) - Ao(t) \quad (13)$$

Let η measure the initial fractional nonuniformity in area according to :

$$\eta = -\Delta A(o)/Ao(o) \quad (14)$$

where $\eta > 0$ since we will take $\Delta A(o) < 0$.

Denote by a subscript or superscript 0 all quantities associated with behavior in the essentially uniform sections far from the nonuniformity or, equivalently, with behavior in the perfect bar. The long-wavelength approximation of a uniform, uniaxial stress state over each cross-section is now invoked. Linearization about the solution for the uniform bar under the assumption $\eta << 1$ leads to a linear equation for the growth of ΔA of the type found by Hart [6]:

$$\Delta A + h(t)\, \Delta A = (\gamma/m)\, \dot{A}o\eta. \quad (15)$$

where

$$\gamma(t) = (\partial F/\partial \varepsilon)_o\, \sigma_o^{-1},\; m(t) = (\partial F/\partial \dot{\varepsilon})_o\, \dot{\varepsilon}_o/\sigma_o \quad (16)$$

$$h(t) = (\dot{\varepsilon}_o / m)\, [-1 + \gamma + m] \quad (17)$$

The partial derivatives in (16) are functions of t and are to be evaluated at $\varepsilon_o(t)$ and $\dot{\varepsilon}_o(t)$. Hart [6] does not explicitly incorporate the initial imperfection η into his analysis, so his equation does not

* The results here are presented in a slightly different form from [10]. There, values of f(n,q) were $\Delta A = (n-1)\, \varepsilon_o\, f+1$. Using (19), this expression can be transformed to (7) where $nG = (n-1) f+1$.

INFLUENCE OF STRAIN-RATE SENSITIVITY ON NECKING UNDER UNIAXIAL TENSION

By
N.A. Raheem Aly*

ABSTRACT

The influence of material strain-rate dependence on necking retardation is studied. A relatively small amount of strain-rate dependence is known to lead to substantially increased straining prior to necking. Criteria based on linearized stability analysis do not reveal this behavior. A nonlinear analysis for long-wavelength nonuniformities does reproduce the essential details of the phenomenon. Limitations of the analysis are discussed.

1. INTRODUCTION

Among the factors which influence necking or strain-localization in metals under tension are the work-hardening properties of the material and its strain rate characteristics, for a simple bar under axial tension, the well-known construction of Considère [1] gives a reasonably good estimate of the critical strain for the onset of necking if the material is strain-rate insensitive. However, when the material response is strain-rate sensitive, a considerable delay in necking may occur [2-4]. This behavior is particularly evident for the so-called "superplastic" materials [5].

Figure 1, taken from Ghosh [3], collects together data from tensile tests on flat strip specimens of a number of metals with small, but varying, degrees of strain-rate dependence. Each data point respresents the amount of overall strain attained in a test beyond maximum load (post-uniform elongation) plotted against a strain-rate sensitivity parameter m which will be introduced in a later section. It is this strong dependence on relatively small strain-rate sensitivity which is studied in this paper. We start by discussing the implications of the several linearized stability analyses existing in literature. Criteria based on these linearized analyses completerly miss the phenomenon illustrated by Fig. 1. It is argued that the behavior is inherently nonlinear and a relatively simple approximate nonlinear analysis is carried out for bars in tension which does reproduce the essence of the phenomenon. Results are also presented covering essentially the entire range of material parameters, including a comparison with data on the effect of large amounts of strain-rate dependence on total elongation prior to necking.

2. DISCUSSION OF STUDIES BASED ON LINEARIZED ANALYSES**

As background to discussing the linearized analyses of the type employed by Hart [6], Campbell [7], Jonas et al. [8] and Argon [9], we first briefly summarize some details of an exact, linearized three dimensional solution for power law creeping materials.

Consider an infinitely long axisymmetric bar whose current cross-sectional area varies along its axis z according to:

$$A = A_o [1 - \eta \cos (2 \pi z/\lambda)] \quad (1)$$

as depicted in the insert of Fig. 2. The bar material is taken to be incompressible and nonlinearly viscous such that in single tension the relation between the (natural) strainrate and (true) stress is $\dot{\varepsilon} = \alpha \sigma^n$. Under a multi-axial true stress state σ_{ij} .. the strain-rate is taken as:

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{3}{2} \alpha \ \sigma_e^{n-1} S_{ij}, \sigma_e \left(\frac{3}{2} S_{ij} \bullet S_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

where S_{ij} is the stress deviator and σ_e is the effective stress.

* Faculty of Engineering, Cairo University

** This section is abstracted from [10].

REFERENCES

1. *Jones, R. M., Mechanics of Composite Materials, First Edition MC Graw-Hill, 1975.*

2. *A.A. El-Sayed, M.G. El-Sherbiny, A.E. Abo-El-Ezz and G.A. Aggag, Friction and Wear Properties of Polymeric - Composite Materials for Bearing Application, to be published.*

3. *G. A. Aggag, Tribological and Mechanical Properties of Polymeric Composite Materials for Bearing Application, M.Sc. Thesis, Cairo University, Egypt (1993).*

4. *Abdel - Aziz, M.T, Study of the Characterization of Cotton Fiber Reinforced Polyester, M.Sc. Thesis Cairo Univ., Egypt (1982).*

5. *ASTM, Standard Test Method for Tensile of Reinforced Thermosetting Plastics Using Straight Sided Specimens, D3846-79, Vol. 8.03, (1991) PP. 202-204.*

6. *ASTM, Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics, D695M-90, Vol. 8.03 (1991) PP. 201-206.*

7. *ASTM, Standard Test Method for In-plane Shear Strength of Reinforced Plastics, D3846-79, Vol. 8.03 (1991) pp. 202-204.*

8. *Patricia, H., Tensile Testing, ASM 1, First printing, June (1992).*

9. *Jones, R. M., Mechanics of Composite Materials, MC Graw Hill, First edition (1975).*

10. *Derek, H., An Introduction to Composite Materials, Cambridge University Press, First Edition (1981).*

11. *Rosen, B.W., Mechanics of Composite Strengthening, ASM International (1965).*

12. *Judd, N.C.W. and Wright, W.W., Voids and their Effects on the Mechanical Properties of Composites - an Appraisal, SAMPE Journal (1978) PP. 10-14.*

13. *Bhagwan, D.A. and Lawrence, J.B., Analysis and Performance of Fiber Composites (1980).*

test is used to assess the strength of the reinforcement to resin bond in the composite systems under consideration. Figure 7 is a graphical plot of the values of maximum in-plane shear strength, for the developed composite systems, over the full range of tested volume or weight fraction. The plotted values have standard deviation ranging from 1.1 and 10.3 MPa. The figure shows that the in-plane shear strength decreases as the volume or weight fraction increases in all tested composite systems. Furthermore, the figure indicates that there is no significant difference between the four systems over the range under consideration.

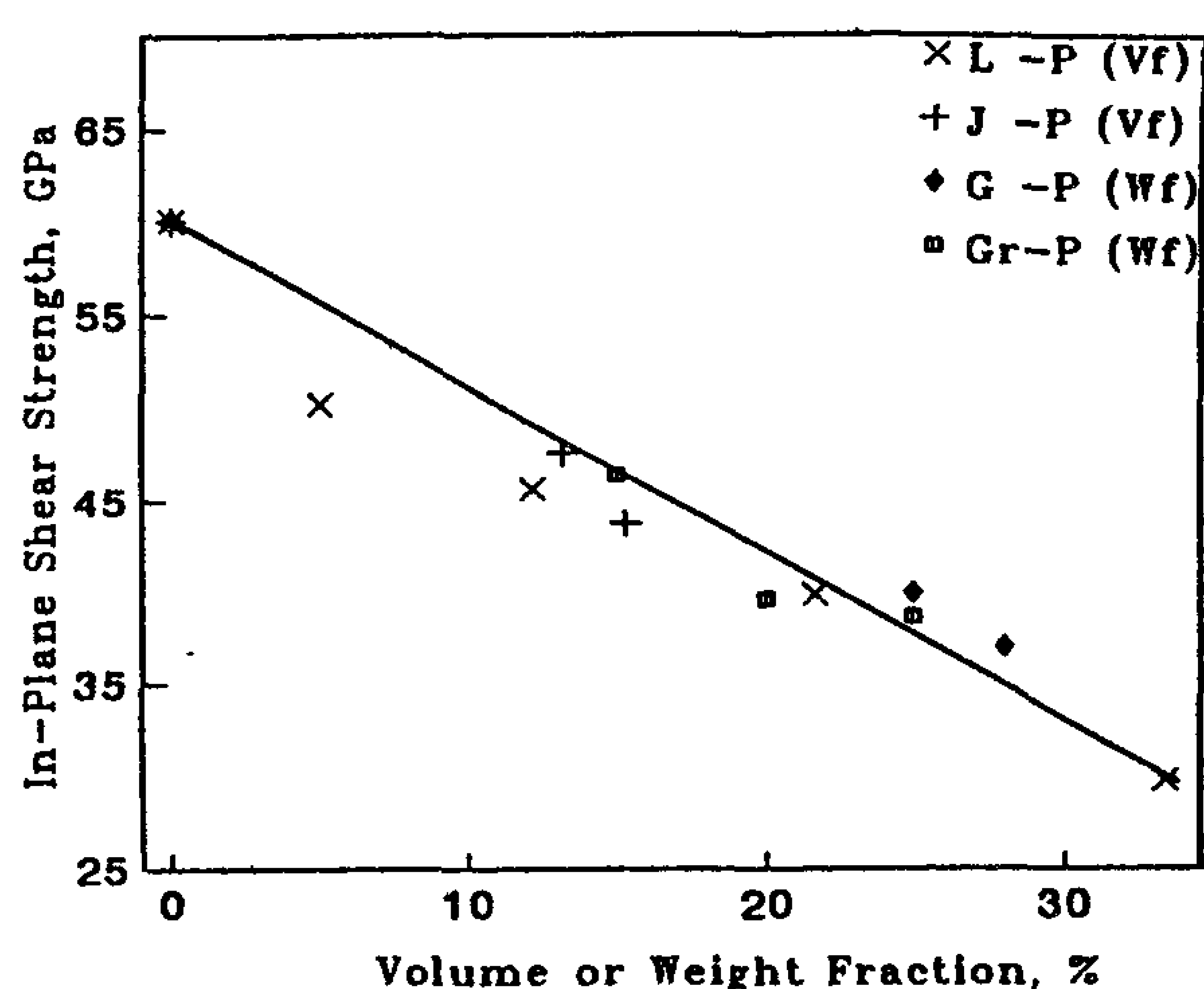


Fig. 7- The relationship between the maximum in-plane shear strength with V_f or W_f of reinforced polyester.

From an evaluation of a large amount of experimental data Judd and Wright [12] concluded that regardless of resin type, fiber type and fiber surface treatment, the interlaminar shear strength of composite material decreases by about 7% for each 1% of voids up to a total void content of about 4%.

In the systems under consideration the linen and jute fibers are of the filament type. This may result in an incomplete wetting out of the fibers by the resin causing air entrapment. Such a phenomenon is more likely to occur where the dry fibers are closely spaced and the viscosity of the resin is high. Failure under in-plane shear loads could take place by matrix shear failure, constituent debonding, or a combination of the two [13]. For a given resin matrix, the shear strength depends on stress concentration effects associated with the presence of voids and on the strength of interfacial bond. For systems with brittle resins, which is the case in this study, the stress concentration effect makes the value of the shear strength lowers rathr than that of the resin material [13]. Visual observation of fractured specimens indicates that the failure mode is a matrix shear failure with constituent and interfacial debonding.

5. CONCLUSION

The mechanical properties of composite materials of polyester matrix with linen or jute or glass fibers reinforcement, newly developed for bearing applications, are investigated.

Mechanical testing of the developed systems demonstrates that increasing fiber volume fraction V_f or fiber weight fraction W_f in the composite showed different mechanical response depending on the type of both the reinforcement material and the test mode (tensile, compressive, ... etc. For linen fiber-polyster and jute fiber-polyester composite systems the tensile strength increases while both the compressive and the in-plane shear strengths decrease. On the other hand for glass fiber-polyester both the tensile and the compressive strengths increase while shear strength decreases.

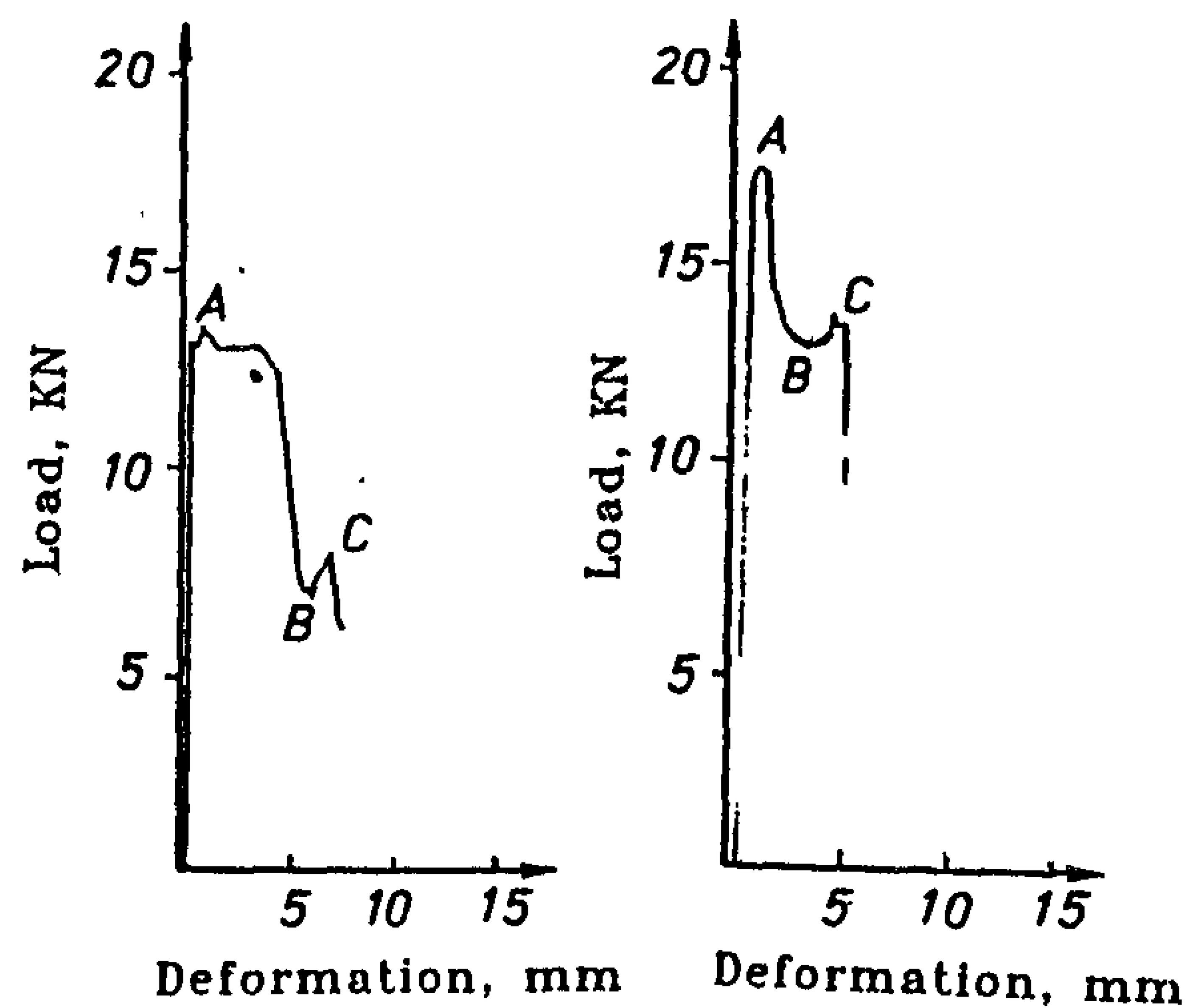


Fig. 5-Load-deflection curve from compression tests on a) pure polyester (matrix) b) 33.2% Linen fiberpolyester

It can be claimed that the presence of the fibers prevents shattering fracture since the fibers hold the bulk of the matrix together. Beyond point A the material resistance decreases, reaching a point of complete buckling like deformation; a point where matrix and fibers yield by buckling till the exposed area of the material starts to carry load again. This point is denoted B on the curve. Then the material partially starts to regain its load resistance till complete failure takes place at point C marking the end of the second stage.

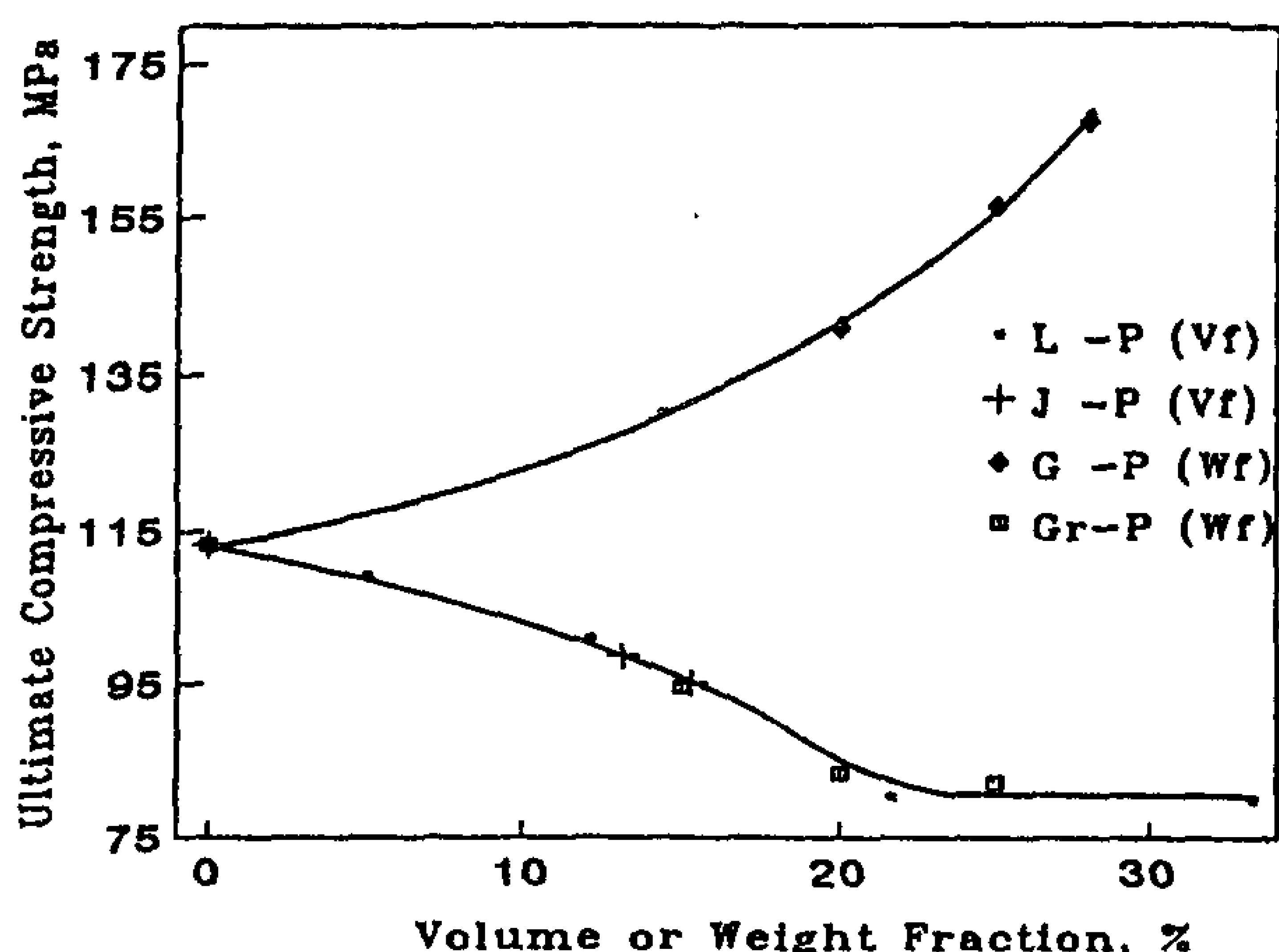


Fig. 6- The relationship between the ultimate compressive strength with V_f or W_f of different composite systems.

Figure 6 represents the ultimate compressive strength values for the tested systems over a range of volume or weight fractions. The standard deviation in each of the plotted values is ranging from 0.5 to 7.3 MPa. The figure clearly shows that the increase of volume fraction of linen and jute fibers result in a decrease of the ultimate compressive strength of the resulting composite materials (L-P and J-P). The same statement holds true for the weight fraction of the filler in the Gr-P system. The curves representing the three systems remarkably coincide. On the contrary, using chopped strand fiber glass mat as reinforcement with the polyester matrix proves to enhance significantly the ultimate compressive strength of the resulting systems that can be seen from the figure.

A number of compressive failure modes have been proposed and there are some experimental evidences available for fiber reinforced composites; the fiber material being of the relative low order ductility such as glass fibers, carbon fibers ... etc. [11]. Failure under these loading conditions is envisaged as being associated with the buckling of the fibers. The buckling is restricted by the surrounding matrix so that the buckling stress and hence the longitudinal compressive strength depend on the elastic properties of the matrix. However, two of the developed and tested systems in this study have fibers of materials that could be classified as having relative high order ductility (versus those of relatively low order mentioned above), namely linen and jute. Fibers of such materials naturally buckle under their own weight. Hence, they are incapable of carrying any compressive load. Therefore the compressive strength of the developed system, using these fibers, depends solely on the matrix material compressive strength. Consequently as fiber volume fraction increases the composite material gets weaker due to decreasing the bearing area carrying the compressive load as well as the possibility of voids formation through improper wetting of the fibers and lack of good adhesion between the matrix and the fibers. The same argument applies to the case of Gr-P. It can also be concluded that the material of the reinforcement or the filler used in the three systems (linen, jute and graphite) has no influence on the ultimate compressive strength volume or weight fraction relationship. This is substantiated by the complete coincidence of the three curves in the figure.

The improvement of ultimate compressive strength of the G-P system may be attributed to the fact that glass fibers are of the relative low order ductility which can carry compression load. Although they are used in the chopped strand mat form and not the long unidirectional they can be expected to carry compressive load.

4.3. IN-PLANE SHEAR STRENGTH

The in-plane shear strength is obtained by dividing the maximum shear load by the sheared area. Such

noted that the main role of the graphite, in the present study, is to act as a lubricant for composite. Comparison between predicted and experimental test results of the ultimate tensile strength values of Linen and Jute polyester composites are shown in table 1. It can be seen that good agreement is achieved specially at low V_f. The ultimate strength of G-P could not be predicted since the micromechanical properties of the glass fiber could not be obtained. The results of Fig. 3 may be attributed to the fact that in longitudinal tensile test the response of the composite depends on the relative strains to failure of the matrix and the fiber [9]. In the case under consideration the fiber material is stiffer and tougher than that of the matrix as can be seen from Fig. 2. For low V_f the strenght of the system depends primarily on the strength of the matrix. The matrix fractures before the fiber and then all the load is transferred to the fibers. Hence, when V_f is small the fibers are unable to support this load and break. When V_f is large the matrix takes only a small proportion of the load, $E_f > E_m$ [10], so that when the matrix fractures the transfer of load to the fibers is insufficient to cause their simultaneous fracture. Provided it is still possible to transfer the load to the fibers the load on the specimen can be

Table 1 - Comparison between predicted and experimental ultimate tensile strength values of Linen and Jute polyester composites.

Composite System	V_f / W_f %	Predicted Tensile strength MPa	Experimental tensile strength MPa	Standard deviation MPa
P	0.0	49.0	51.5	2.5
L-P	5.0	56.9	59.7	4.4
(V_f)	12.2	69.2	69.5	4.7
	21.2	80.7	92.2	2.1
	33.3	124.5	118.5	5.2
J-P	13.2	63.6	59.7	2.9
(V_f)	15.3	66.1	65.5	4.1

increased until the fracture strength of the fibers is reached. Figure 4 illustrates schematically the two different failure mechanisms. For composite systems of the same matrix material and different fiber materials (having $E_f > E_m$), namely linen, jute, and glass mat, it is expected that high strength fibers would produce high tensile strength system. Obviously, this argument does not apply to the graphite powder-polyester system. On the contrary the graphite powder may weaken the matrix by increasing the stress intensity at local sites, i. e. particles location, resulting in a decrease in the system ultimate tensile strength as the weight fraction increases which is demonstrated in Fig. 3.

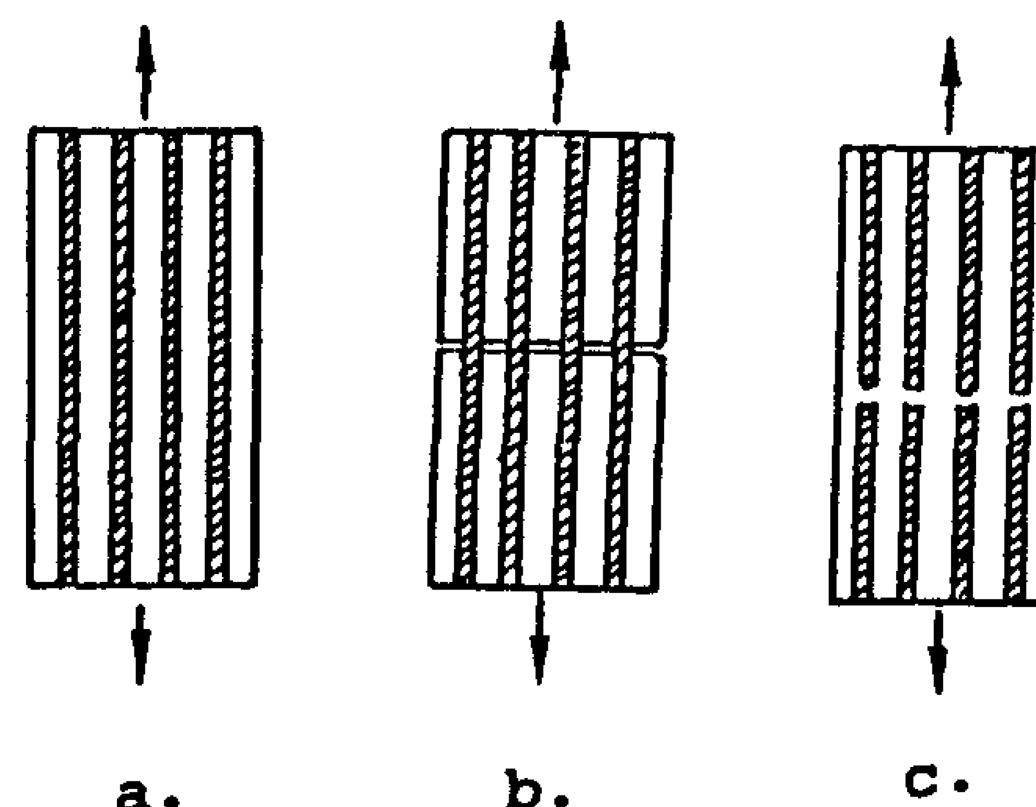


Fig . 4- Schematic representation of longitudinal tensile failure modes.

a. Before fracture b. Resin fracture c. Fiber fracture.

4.2. Compressive Strength

In the case of materials that fail in compression by a shattering fracture such as rigid polyester, the compressive strength has a very definite value. In other cases, e.g. in the presence of fibers or fillers within the tested material, the compressive strength is an arbitrary one depending upon the degree of distortion that is regarded as indicating complete failure of the material.

Figure 5 presents two examples of load-deformation curves resulting from tests carried out at the same recommended testing condition; for polyester (a) and for linen fiber polyester system (b). Both curves show two stages of the material response to the monotonically increasing load. In (a), it can be seen that the specimen of pure resin resists the increasing load up to a value where partial shatter fracture takes place marking the end of the first stage (point A). This value is taken as the ultimate compressive strength. The partial shattering may be attributed to the brittleness of the resin material. As a result of the partial fracture the material resistance starts to decrease (the beginning of the second stage) reaching a point where it yields until the projected exposed area starts to carry load again (point B) and starts to regain its load resistance till sudden complete failure takes place at point C. As for curve (b), the tested specimen resists the increasing load until buckling like deformation starts to occur marking the end of first stage (point A). This value is taken as the ultimate compressive strength. In this case the compressive strength is lower than that of the resin (fibers do not carry compressive load).

of the cast rod. The procedure used for casting and hand-lay-up methods are described in detail in ref.[3].

3.4. Test Specimens

Test specimens are prepared from the different fabricated composite materials. The tensile test is performed on flat specimens 215.9 mm long, 25.4 mm wide, and 3.175 mm thick as specified by the ASTM [5]. The compressive tests are performed on square cross section specimens 12.5 x 12.5mm and 25mm height for L-P, J-P and Gr-P composites, as recommended by ASTM [6]. For G-P composite, the dumbbell shape specimens are used [6].

The in-plane shear test specimens are prepared from the cast rod with dimensions, of 79.5mm long, 12.7 mm wide, 5mm thick, and 2.5 mm notch depth, as specified by ASTM [7].

3.5. Testing Equipment

The tensile tests are performed, using 20 KN maximum capacity tensile testing machine. The compression testing is performed on 10-ton universal testing machine. The in-plane shear strength is measured by applying a compressive load to the notched specimen. The specimen is loaded edgewise via a supporting jig made according to ASTM specifications [7].

4. RESULTS AND DISSECTIONS

The developed systems of fiber reinforced-polyester matrix resemble, in a way, a unidirectional laminae. A lamina can fail in many different modes depending on the external loading conditions. At least five specimens of the same type are tested, at the same condition, so that the applied loads (tension and compression) were in the same direction of the reinforcement fibers (lamina). All tests are performed at room temperature of about 23°C.

4.1. Tensile Test

Tensile tests on unidirestional composites are performed for the purpose of determining the variation of the uni-axial tensile strength, for different fiber materials, with its V_f or W_f . Specimens are tested in tension parallel to the fibers since this direction provides the highest improvement of the ultimate tensile strength as well as being the most important in practical applications. The applied load and corresponding elongation are simultaneously recorded.

Figure 2 presents two typical examples of load-elongation curves resulting from tests carried out at the same testing condition; for matrix material (a) and for reinforced polyester specimen, L-P (b).

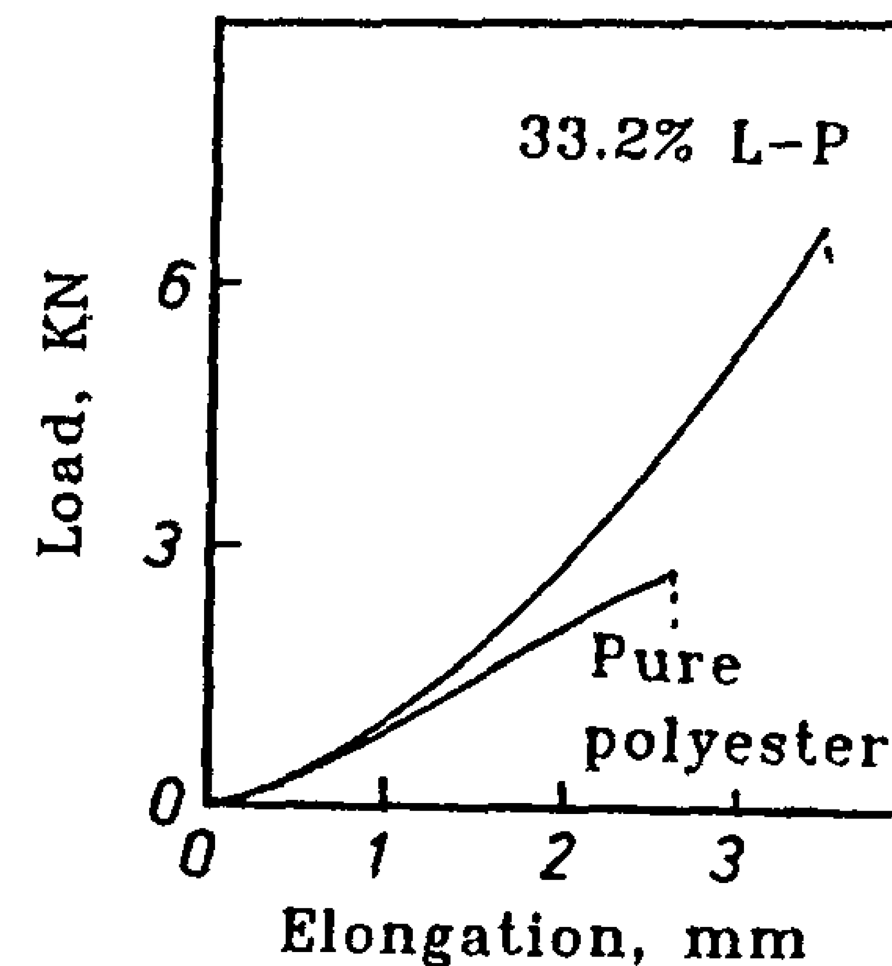


Fig. 2- Typical examples of tensile tests curves

The initial portion of the relationship is curved and it may be a characteristic of the tested system. It should be noted that similar curves for load elongation relationship may be obtained if there is a problem in the loading technique such as slippage between the specimens and the grips [9]. Visual observation shows that some slippage occurred due to the crushing action of the wedge grips on the clamped portion of the specimens. The curves show that neither the matrix material nor the composite system has an obvious yield point.

Figure 3 shows the effect of volume or weight fraction on the maximum tensile strength of the different composite systems. The standard deviation of each one of the plotted values is ranging between 1.5 and 5.2 MPa. From the figure it can be seen that the tensile strength increases as V_f/W_f increases for all fiber composite systems. The linen fibers prove to enhance the tensile strength of the composite system most. On the other hand, increasing W_f of the graphite powder in the polyester (Gr-P system) reduces the ultimate tensile strength. It should be

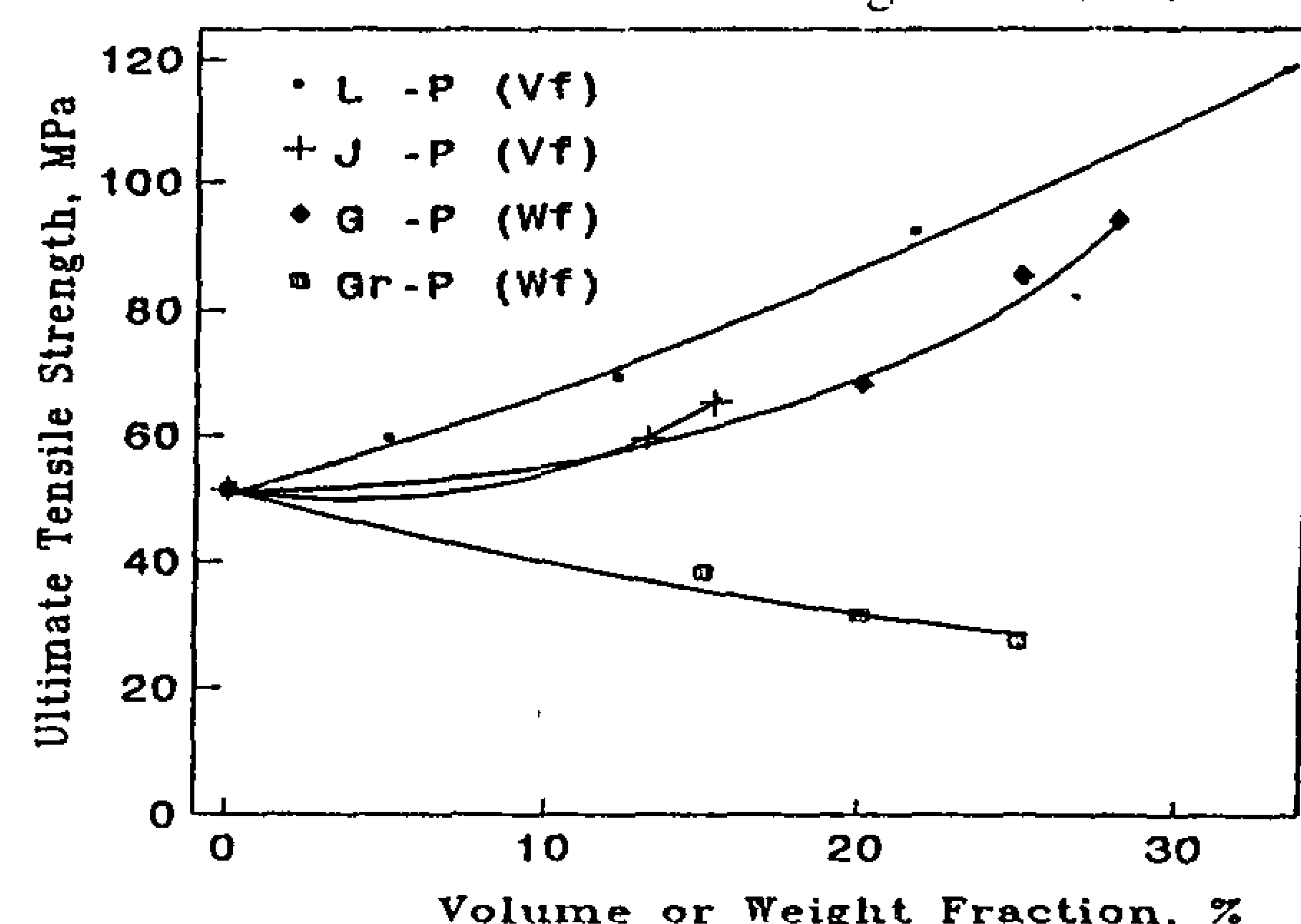


Fig. 3- The relationship between the ultimate tensile strength with V_f or W_f of different composite systems.

2. THEORETICAL PREDICTION OF PROPERTIES

The prediction of properties is essential to construct composites that must have certain apparent or macroscopic properties. There are many interesting physical models for the strength characteristics of a matrix reinforced by fibers. Most of the models predict the strength of the composite, X_i, in terms of the strengths of the constituent materials. In functional form:

$$X_i = X_i (X_{if} , V_f , X_{im} , V_m) \qquad (1)$$

where

X_{if} : Fiber strengths

X_{im} : Matrix strengths

V_f : Volume of fibers/Total volume of composite

V_m : Volume of matrix/Total volume of composites

A schematic representation of several possible functional relationships of eq. 1, between a property and percentage of fibers, is shown in Fig. (1). A solution of eq. 1 for the case of tensile strength of a unidirectional fiber reinforced composite is obtained as follows: the fracture is achieved as a fiber failure or a matrix failure depending on the relative ductility of the fibers and matrix. In the case of fibers that are relatively brittle in comparison to the matrix, the ultimate strength of the composite, S_{cmax}, can be obtained based on eq. 1 [1] as :

$$S_{cmax} = S_{fmax} \; V_f + (S_m)_{efmax} \, (1-V_f) \qquad (2)$$

where

S_{fmax} : Maximum fiber tensile stress

$(Sm)_{efmax}$: Matrix stress at a matrix strain equal to the maximum tensile strain in the fibers.

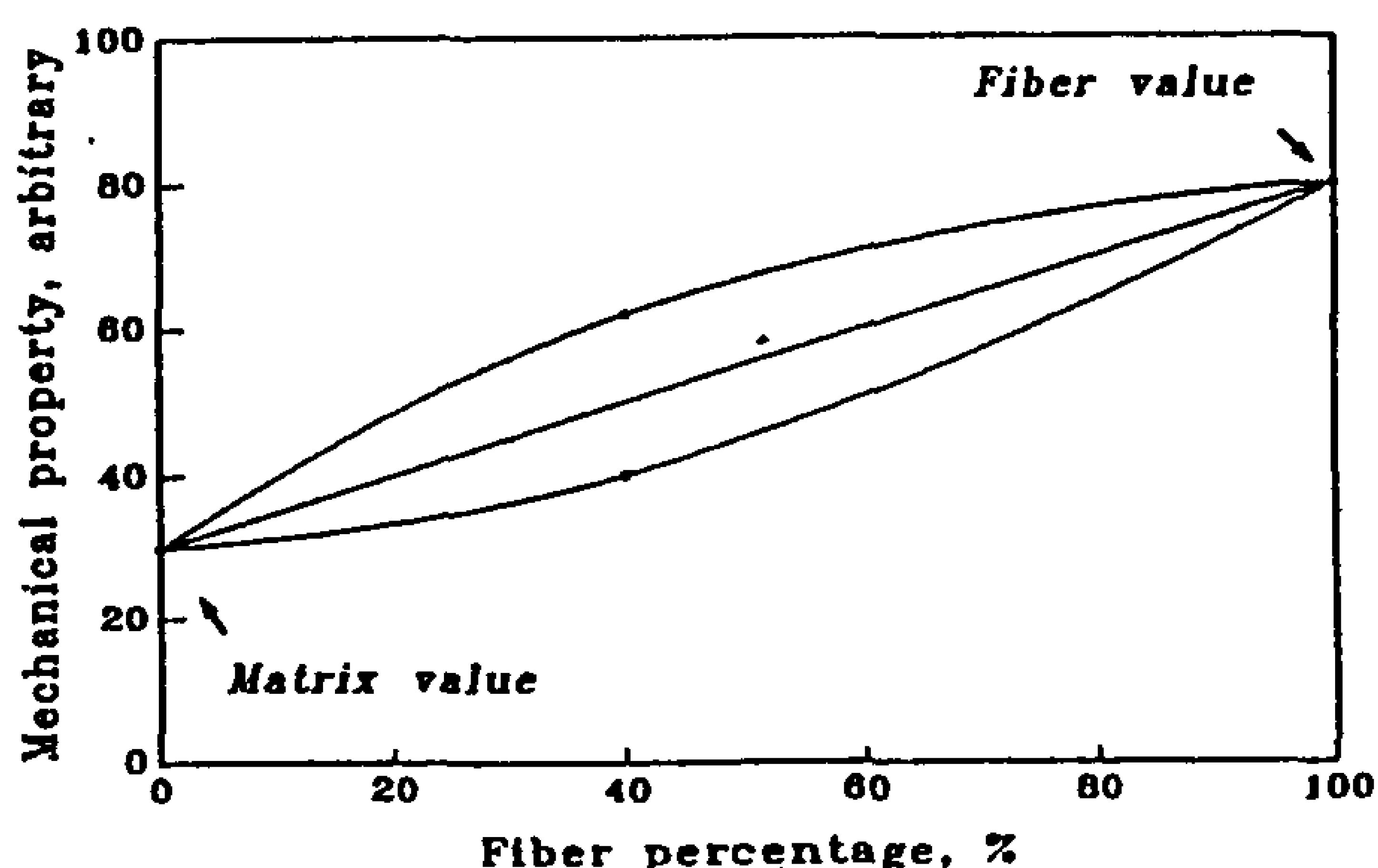


Fig. 1-A schematic possible representation of the relationship given in eq. 1.

The same equation could also be used for the case of maximum composite compressive stress [1].

3. MATERIALS AND TESTING EQUIPMENT

3.1 Resin

The resin used is unsaturated polyester, one of the most commonly employed resins, type ETERSET 2504 APTS. The specifications of the polyester as provided by the manufacturer are given in ref. [3]. A catalyst (accelerator, Methyl Ethyl Ketone (MEK) peroxide with concentration ratio of 55%) is added to the resin, before material fabrication, in weight ratio of 1%. Peroximon, K1, hardener is also added to the resin during fabrication, 1% by weight.

3.2 Reinforcements and Fillers

Three different types of fibers, locally produced or commercially available in the Egyptian market, are selected as reinforcements. The selected fibers are:

a) Linen fibers available in continuous thread with three different diameters of 0.42, 0.52 and 0.63 mm with S_{fmax} 195, 266 and 215 MPa, respectively.

b) Jute fibers available as continuous fiber with two different diameters of 0.65 and 0.70 mm with S_{fmax} 159 MPa.

c) Glass fiber (chopped strand mat):

Graphite powder is used as a filler. The technical specifications of the fibers and the graphite are given in ref. [3].

3.3. Composites Fabrication and Mould Design:

The reinforced polyester composite specimens are fabricated by the open molding (casting) process following the main principles adapted by Abdel-Aziz [4]. The basic idea is to align the fibers carefully with the specified volume fraction (V_f) in the mould cavity. The polyester resin is poured slowly in the cavity and then the whole system is left to solidify at room temperature. The alignment and V_f of the fibers are controlled by wrapping them around accurately spaced guides located outside the main cavity.

In order to ensure the reliability of the obtained results, it is necessary to fabricate all specimens under the same conditions. For this reason, a mold for specimen casting is designed and fabricated in such a way to allow the production of a unidirectional composite system with different volume fractions. The design also ensures uniform distribution of the fibers in the cross section and along the whole length

MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMERIC COMPOSITE MATERIAL LOCALLY DEVELOPED FOR BEARING APPLICATIONS

By

A.E. Abo-El-Ezz, A.A. El-Sayed, and G.A. Aggag*

SUMMARY:

The mechanical properties of locally developed composite materials, developed mainly for bearing applications, are investigated. Tensile, compressive and inplane shear tests are carried out on specimens along the direction of reinforcement.

Unsaturated polyester resin (P) is chosen as a matrix. Three different materials, locally available, are used as reinforcement fibers, namely Linen fibers (L), Jute fibers (J), and Chopped Strand Mat glass fibers (G). Graphite powder (Gr) is used as a self lubricant filler. Unidirectional orientation of linen and jute fibers, with different volume fractions are introduced in the resin during casting. Chopped Strand Mat glass fiber polyester is produced by hand lay-up method.

The results of mechanical tests revealed that fiber materials and its volume or weight fraction (V_f or W_f) have significant influence on the mechanical properties of the developed composite.

1. INTRODUCTION

Today, there is a growing interest in composite material since it plays a major role as an engineering material in industry. The advantage of composites is that they usually exhibit the best properties of their constituents. Fiber reinforced resin composites have many favorable characteristics, such as strength to weight and stiffness to weight ratios, that are different from conventional engineering materials [1].

The attempts of utilizing composite materials always raise the question why it shouldn't be locally manufactured. This usually ends up with another question concerning the suitability of locally available fibers for reinforcement purposes. In the present work an attempt to manufacture local composite materials to be used mainly in bearing application utilizing locally produced or commercially available reinforcement material, is carried out. The tribological properties of the composite are studied [2,3] and adjustments are made to the material composition to obtain the best possible properties.

The mechanical properties of a composite can be experimentally determined in the as made state or can be mathematically derived on the basis of the properties of the constituent materials. Each constituent contributes to the behavior of the composite to an extent depending on its concentration or volume fraction in the material. The properties are also strongly dependent on some microstructural parameters such as fiber diameter, fiber distribution, and the alignment of fibers. The effect of each parameter varies from one property to another.

However, it should be recognized that micromechanical analysis has inherent limitations. An imperfect bond would presumably yield a material with properties degraded from those of the micromechanic analysis. Thus, the micromechanical theories must be validated by careful experimental work. It is therefore important to study experimentally the relevant parameters for realistic evaluation of composite materials, hence the difference between expectation (predicted) and realization (experimental) may be obtained.

The main concern of this work is to study experimentally the mechanical properties of the developed composites, for the assessment of material properties that would affect design and manufacture of components.

* National Institute for Standards, P.O.B. 136 Giza Egypt

pure cohesive soil.

The presented approach is accurate enough for practical use.

The proposed approach may include the effect of the ground water level as well as the friction between the soil and the anchor structure.

The presented method simply takes into account the effect of the surcharge, if exists

REFERENCES

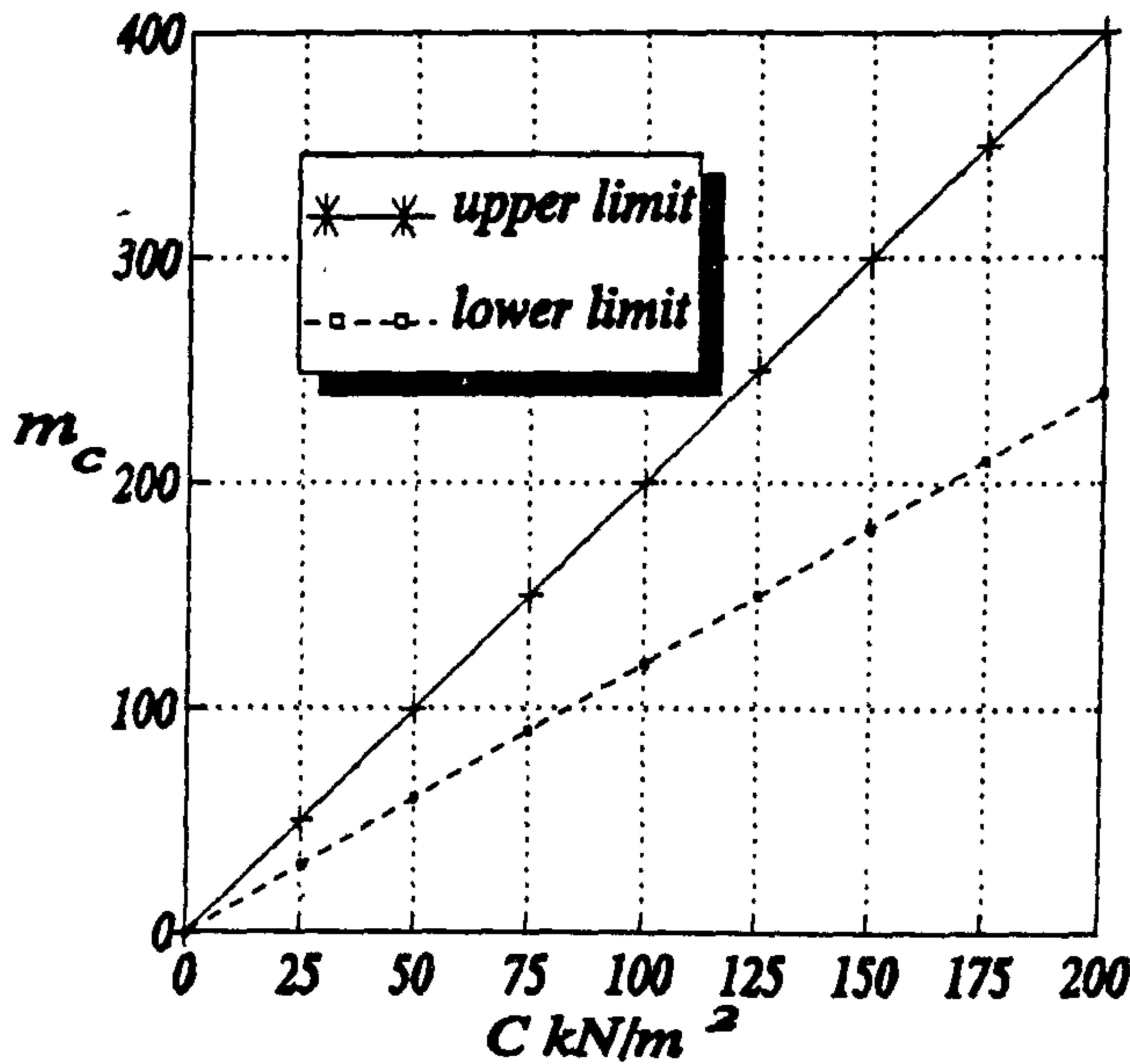
1. *Bowles, L. E. (1982), "Foundation Analysis and Design" 3rd. Ed., MaGraw-Hill Book Company, New York.*

2. *Egyptian Code For Design and Construction of Foundation and Soil Mechanics, Ec 1990, Cairo, Egypt.*

3. *Hans F. Winterkorn and Hasiyand Fang (1975) "Foundation Engineering Handbook" Van Nostrand Reinhpld Co., New York.*

4- *Lambe, T. W. and R. V. Whitman (1969), "Soil Mechanics", John Wiley & Sons, Inc. New York.*

5. *Spangler, M. G., and J. Mickle (1956), "Lateral Pressure on Retaining Walls Due To Backfill Surface Loads" Highway Research Board Bull. 141, pp 1-18.*



Fig, 3 - m_c as a function of C.

As shown in Fig. 3. the difference between the upper and lower limits of m_c factor is significant but this actually indicates the great effect of the ratio h to h_2 on the maximum tie rod tension and the depth of the anchor structure.

For C- φ Soils :

$$F_{a_{max}} = (0.5 [\gamma hK_p + 2C \sqrt{K_p}+2C \sqrt{K_p} + \gamma h_2 K_p] [h_2-h]) - (0.5 [-4C\sqrt{K_a} + \gamma K_a (h_2+h) (h_2-h)])$$

$$F_{a_{max}} = (1.2\rightarrow 2.0) C(\sqrt{K_p}+\sqrt{K_a})h_2 + (0.255\rightarrow 0.375) \gamma (K_p-K_a) h^2_2$$

which can be rewritten as :

$$F_{a_{max}} = m_c h_2+m\phi h^2_2$$

Get $m\phi$ from Figure 2 and m_c from figure 3, substitute in the above equation and solve for h_2.

The above equation has a smooth transition from the C - φ soil to C (cohesive) or φ (cohesiveless) soils. As the internal angle of friction is small or equals zero as in pure cohesive soils, the above equation becomes the equation given above for cohesive soils. While if the cohesion is negligible or equals zero, the above equation becomes the equation given above for granular soils.

It is essential to state that the above solution can be corrected to include the soilwall friction and any inclination may occur in placing the anchor structure, if necessary. This proposed simplified procedure can also take the condition that the anchor is partially submerged below ground water level.

Effect of Surcharge in Back of The Anchor

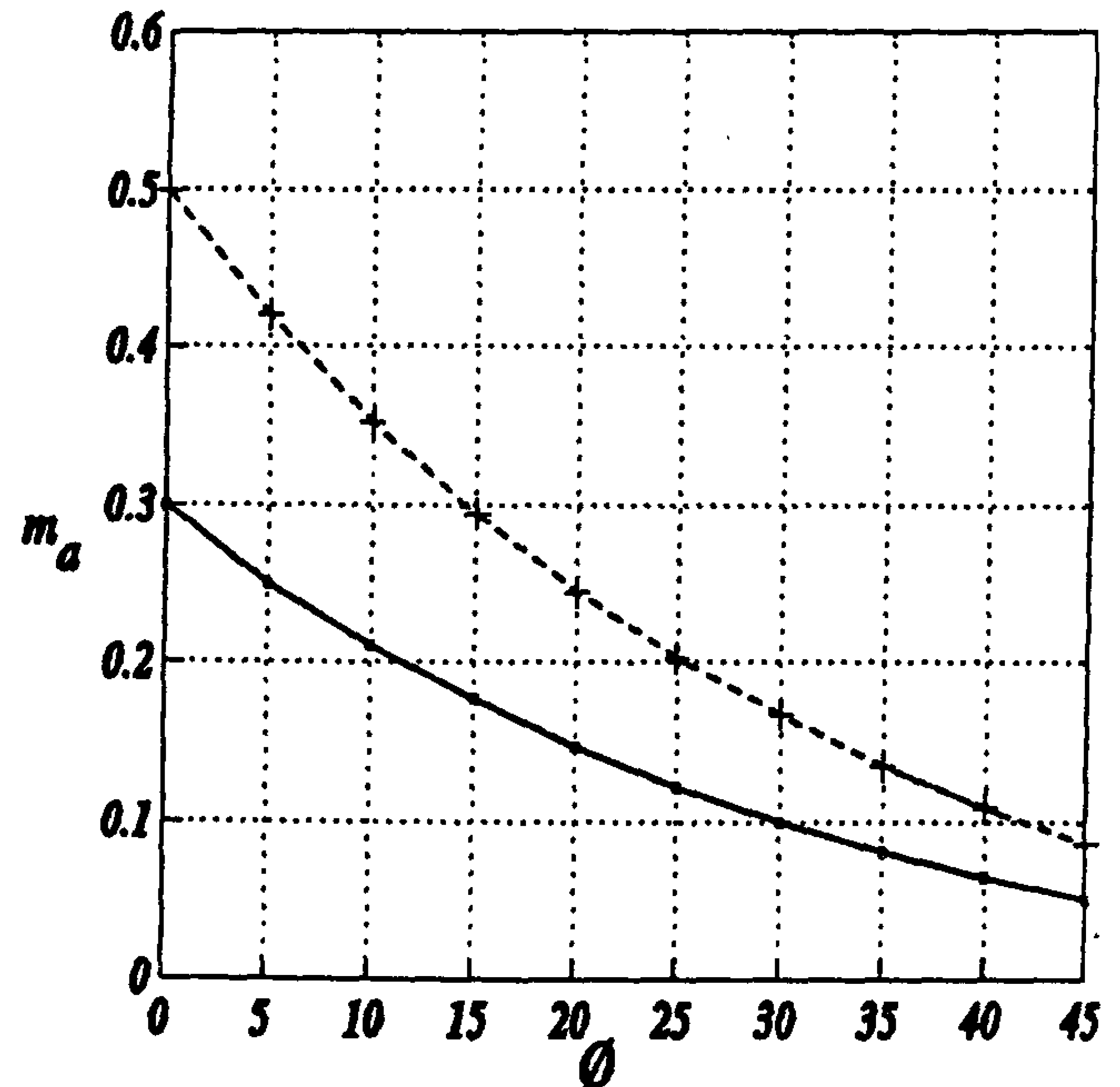
One of the most critical cases of loading for anchor wall design is when a surcharge exists on the back of the anchor structure, which increases the active pressure and consequently, decreases the net resisting force, from which the anchor gains its stability. The proposed simplified procedure would include the surcharge (q) effect in an easy form as shown in this equation:

$$F_{a_{max}} = m\phi\ h^2_2 - q\ m_a\ h_2$$

where :

$$m_a = K_a^* (0.30\rightarrow 0.50)$$

m_a is given in Figure 4, and solve for h_2.



Fig, 4 - m_a as a function of φ.

CONCLUSION

The presented procedure is more simplified method for designing the shallow anchor structure.

It represents a smooth transition between C - φ soils to cohesive or granular soils.

It evaluates the effect of the shear strength parameters independently.

The design is not so sensitive to the variation of the soil unit weight in general. Moreover the soil unit weight has no direct effect on the design in case of

For Granular Soils

From equilibrium (assuming the tie rod is at the C.G. of the net force diagram, Fig. 1)

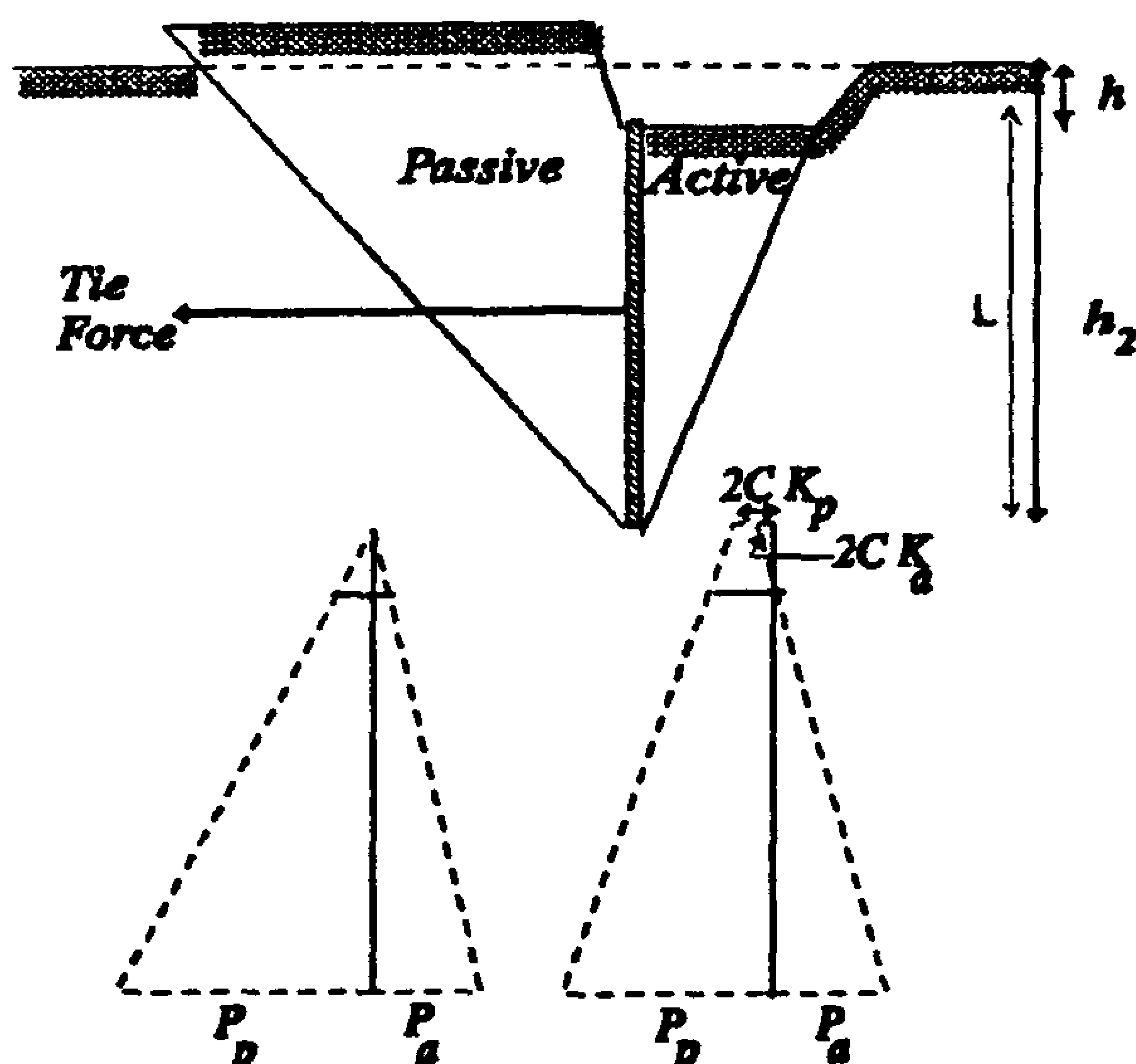


Fig 1 - Anchor block forces.

$$\sum H = 0.0$$

$$F_{a_{max}} = P_p - P_a$$

$$F_{a_{max}} = \gamma \frac{K_p}{2} (h_2+h)(h_2-h)$$

$$- \gamma \frac{K_a}{2} (h_2+h)(h_2-h)$$

$$F_{a_{max}} = \frac{\gamma}{2} (K_p+K_a)(h_2^2-h^2)$$

For h < = 0.5 - 0.7 h_2, then

$$F_{a_{max}} = \frac{\gamma}{2} (K_p-K_a) h_2^2 (1-(0.25 \rightarrow 0.49))$$

$$F_{a_{max}} = \gamma (K_p-K_a) h_2^2 * (0.375 \rightarrow 0.255)$$

Solving for h_2

$$h_2 = \sqrt{\frac{F_{a_{max}}}{\gamma (K_p-K_a) (0.375 \rightarrow 0.255)}}$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{F_{a_{max}}}{\gamma *(\frac{4\sin\phi}{\cos^2\phi}) (0.375 \rightarrow 0.255)}}$$

This equation can be written in the following form;

$$h_2 = \sqrt{\frac{1}{m\phi} F_{a_{max}}}$$

where m_ϕ is given in Fig. 2 as function of the internal angle of friction and soil unit weight.

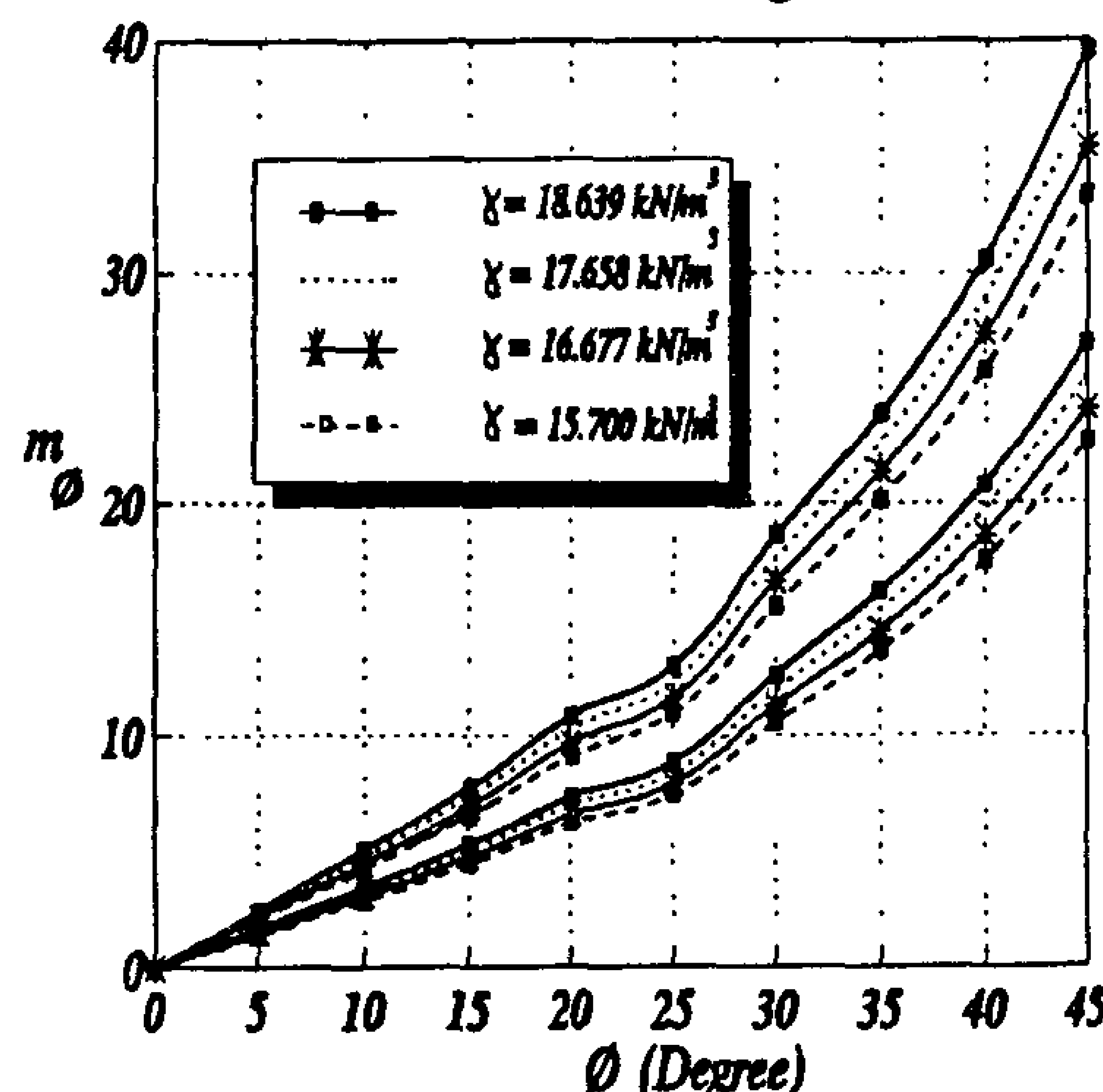


Fig 2- m_ϕ as a function of ϕ

Figure 2 shows that the variation of m_ϕ factor as a function of the soil unit weight is insignificant at low values of internal angle of friction up to 30°; while it is more pronounced at high values of the internal angle of friction ϕ. However, as shown in the above figure the m_ϕ factor is not so sensitive to the variation of the soil unit weight γ from the practical point of view. Therefore, the uppermost and lowest curves can be used as upper and lower limits with no significant error especially for ϕ less than 35°.

For Cohesive Soils:

$$F_{a_{max}} = (0.5 [\gamma h+2C+2C+\gamma h_2] [h_2-h])$$

$$- (0.5 [-4C+\gamma (h_2+h)] [(h_2-h)])$$

$$F_{a_{max}} = (0.5\gamma (h_2^2-h^2) +2C (h_2-h)]$$

$$- (0.5\gamma (h_2^2-h^2) - 2C (h_2+h)]$$

$$F_{a_{max}} = 4C(0.5 \rightarrow 0.3) h_2$$

$$F_{a_{max}} = (1.20 \rightarrow 2.0) \ C h_2$$

which can be rewritten as:

$$F_{a_{max}} = m_c h_2$$

where m_c is a function of the soil cohesion, which is given in Figure 3. From the above equation, it is clear that the soil unit weight has no direct effect on m_c. while the shear strength parameter C has a great effect on the design.

SIMPLIFIED DESIGN OF SHALLOW ANCHOR STRUCTURE

By
Ibrahim Mahmoud Ibrahim * and Mohsen Mashhour**

ABSTRACT

The Egyptian code has used two complicated equations to design a shallow anchor structure. This paper is an attempt in order to simplify the design based on the use of charts that show the main parameters affecting the design. The proposed method is easy to be used for cohesive, granular or C-Φ soils. The influence of the shear strength parameters as well as the soil unit weight can be evaluated independently. The effect of surcharge, if any, is introduced.

INTRODUCTION

One of the main types of anchorages is that deriving its stability from the passive resistance of the soil in front of it. The Egyptian code for soil mechanics and foundation has presented two equations to be used for shallow anchor structure design. This design is based on equating the net soil pressure to the ultimate anchor loads. These two equations are to consider the case of granular soils and the case of cohesive soils independently. For granular soils the equation as stated by the Egyptian code is:

$$F_{a_{max}} \leqslant L\,(P_p - P_a) + \frac{1}{3} K_o\gamma\,(\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a})\,h^3_2 \tan\phi$$

For ϕ soils

While the equation for the cohesive soils is stated as:

$$F_{a_{max}} \leqslant (P_p - P_a) + 2C^*h^2_2 \text{ For C- soils}$$

where:

P_p & P_a = the resultant of passive and active earth pressure respectively,

K_o = coefficient of earth pressure at rest,

K_p & K_a = coefficient of passive and active earth pressure, respectively,

ϕ = angle of internal friction, and

C = soil cohesion.

These two equations seem to be simple, however, each of these equations contains two unknowns: L and h_2, which require a trial and error process to solve for these unknowns - which is a complex process and time consuming. It is also difficult to take into account the ground water effect, in these equations. In addition, it is not easy to include the soil - wall friction into account, in spite of the fact that it is on the conservative side to assume this friction to be zero, but this means more cost. Moreover, these equations would be more complicated to account for the possibility of surcharge on the back of the anchor wall.

The present study is an attempt to simplify the design of the anchor structure and getting the required depth in a simple but accurate procedure and easy form as well.

PROPOSED SIMPLIFIED DESIGN OF ANCHOR STRUCTURE

When the anchor structure or block is near ground surface ($h <= L$), where h is the height above the anchor block and L is the width (or $h <= 0.5$ to $0.7\,h_2$ as shown in Figure 1), then the anchor block is considered shallow and the following relationship could be used to determine L or the difference between h and h_2.

* Assist. Professor, Civil Eng. Dept., Zagazig University.
** Professor, Civil Eng. Dept., Zagazig University.

P_{uc} = The code-oriented method estimate of the ultimate capacity.

P_{ufe} = The ultimate capacity calculated by the finite - element method.

P_{um} = Measured ultimate capacity.

P_{utm} = Ultimate capacity calculated by the truss model.

P_{yt} = Load at which ties of the assumed truss start to yield.

REFERENCES

1- MacGregor, "Reinforced Conerete - Analysis and Design", Prentice Hall, 1988.

2- Kong, F.K., et. al., "Reinforced Concrete Deep Beams", England, 1987, 285 pp.

3- ACI committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-89)", American Concrete Institute, Detroit, 1989, 111 pp.

4- Egyptian Code for Design and Construction of Reinforced Concrete, ECP89, Cairo, Egypt.

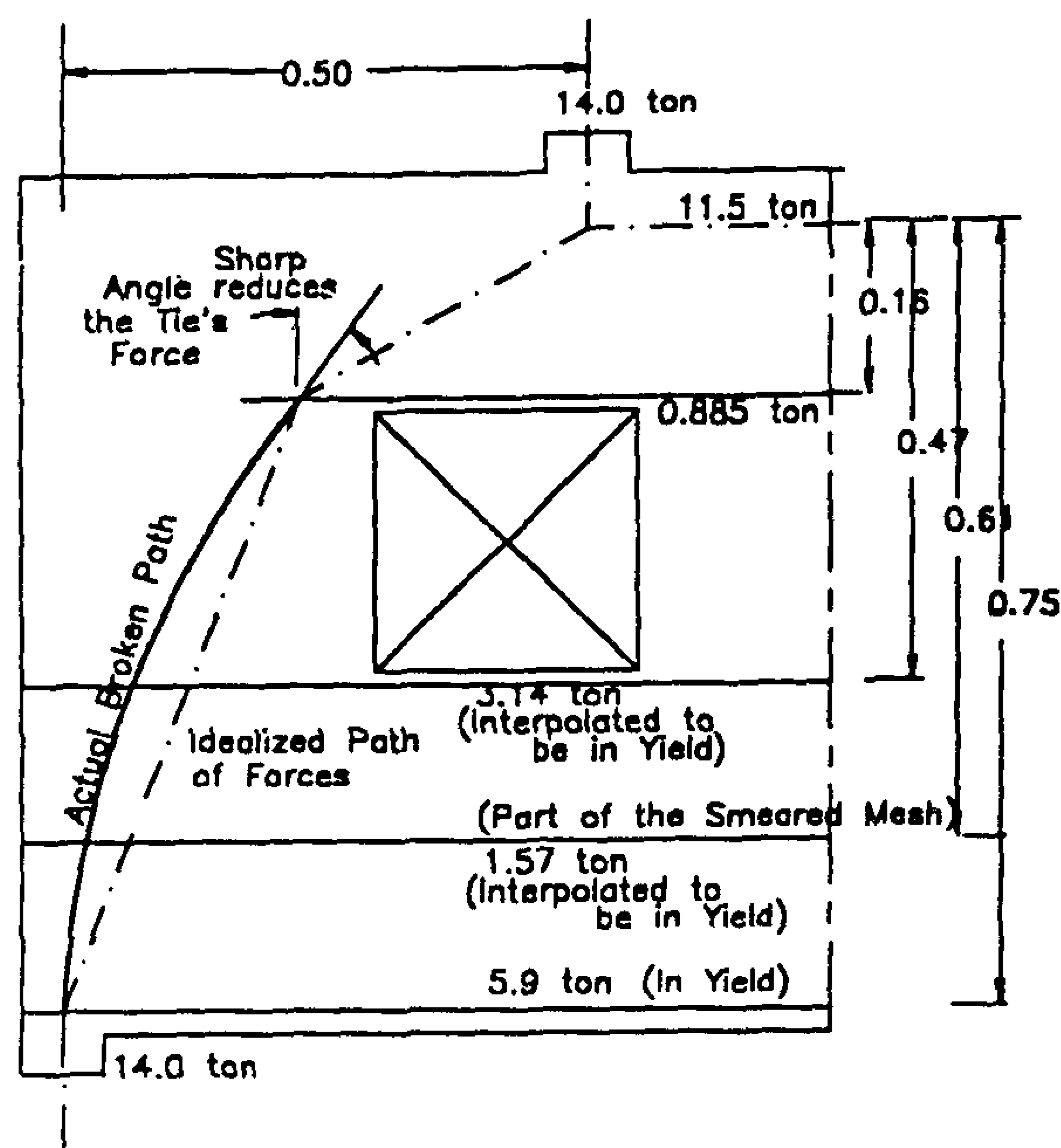
5- CSA, "Design of Concrete Structures for Buildings", CAN3-A23.3-M84, Canadian Standards Association, Rexdale, 1984, 281 pp.

6- Sclaisch, J., Schafer, K., and Jennewein, M., "Towards a Consistent Design of Structural Concrete", PCI-Journal, Special Report, Vol. 32, No. 3, 1987, pp. 74-150.

7- Mosalam, "Integrated Modular Computer Program for the Plane Nonlinear Analysis of Reinforced and Prestressed Concrete", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1990, 244 pp.

8- Ali, M., "Application of Equilibrium Truss Models to Reinforced Concrete Deep Beams with Web Openings", M.Sc. Thesis, Cairo University, 1993, 138 pp.

9- Bergmister, K., Breen, J. E., Jirsa, J. O., and Kreger, M. E., Detailing of Structural Concrete", Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Texas, 1990, 244 pp.



Indicated Forces in Steel are those Predicted from Measured or Extrapolated Steel Strains at a Point Load = 14.0 ton

Figure 14 - Probable actual truss of T13

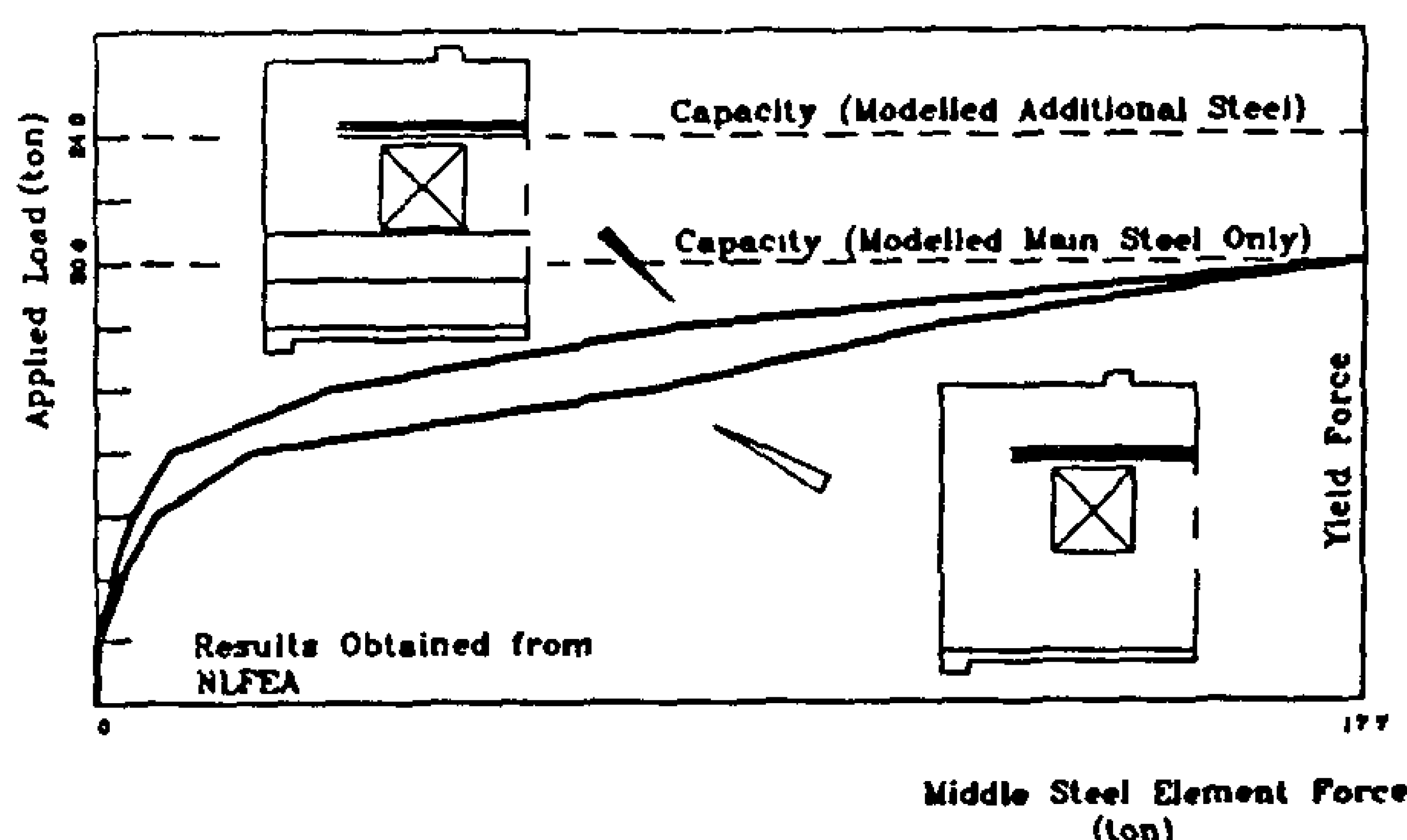


Figure 15 - Horizontal web reinforcement inclusion

$$Isr = \frac{\text{Load at which all the ties of the assumed Truss start to yield (Pyt)}}{\text{Measured Ultimate Load (Pum)}} \quad .. (1)$$

Virtually, this index would be zero if the behavior is fully rigid-plastic. That indicates the full pronouncement of the assumed truss. Adversely, this factor would be unity or more if stresses in the ties never reach yield. That indicates that the assumed truss was not fully pronounced. There are two probable reasons which one of them can preclude the truss pronouncement :

1- The behavior is brittle : compression members of the truss fail before the yielding of the ties. It is believed that adequate dimensioning of struts and nodes would eliminate such factors [9].

2- Or, the truss is not optimum and other truss is activated.

We can expect that the necessary amount of stress redistribution is inversely proportional to the optimality of the truss. Investigation of the experimental results revealed so (table 3).

Table 3, Optimality of trusses

Specimen	Optimality** O_{pt}	Stress Redistribution Index, I_{sr}
T12	1.00	0.922
T13	0.889	>1.00*
T9	1.00	0.8

CONCLUSION

1- ETM technique provides a rational, consistent, and safe design methodology of deep reinforced concrete beams with web openings.

2- Although concrete tensile strenght increases the capacity of deep reinforced concrete beams with web openings compared to the recommended ETM technique, its effect is unreliable.

3 - Although a designer can elaborate a single trial, it is believed that the implementation of several trials to attain higher capacity would increase the resulting capacity and decrease the necessary amount of stress redistribution. That has the impact of increasing the serviceability of deep reinforced concrete beams with web openings.

NOTATIONS

A_s = Area of the steel reinforcement

f_{cube} = Average strength of three standard cubes.

f_y = Steel yield stress.

I_{sr} = Stress redistribution index.

O_{pt} = Optimality of the truss.

* Never reached yield.

** To the maximum that can be calculated.

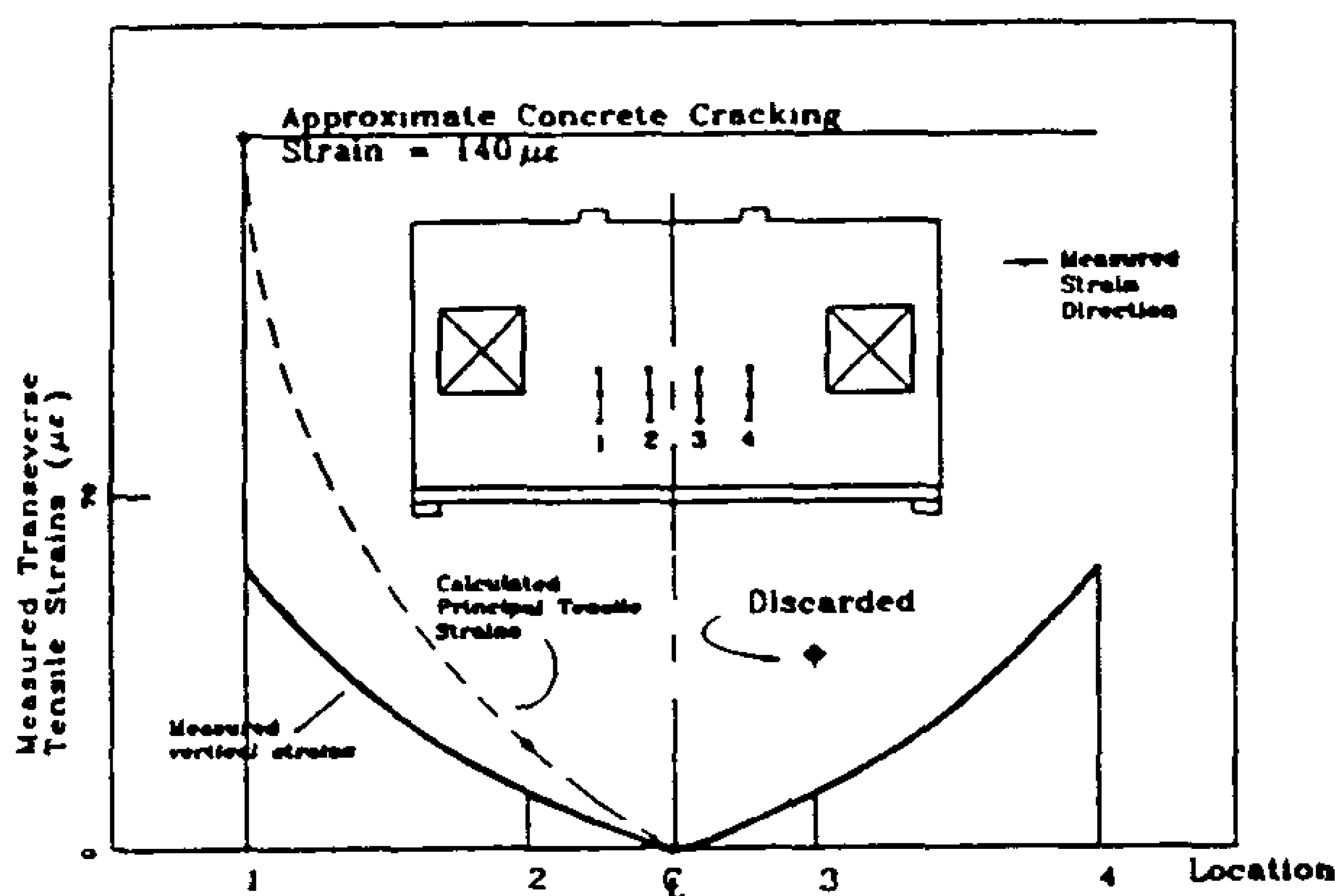


Figure 12 - Measured lateral tensile strains o T12

yield strain of the web reinforcement, it was concluded that the concrete tensile strength is responsible fo this capacity increase.

In specimen T13, neither the cracking pattern nor the strain distribution was compatible with the proposed truss stress field (figures 9,13). Inspection of the test results indicated the development of a different truss (with higher capacity) that activated the horizontal web reinforcement (figure 14). Non-linear finite-element analysis (NLFEA) indicated that the inclusion of horizontal web reinforcement retards the force development in the upper tie as observed experimentally (figue 15).

OPTIMALITY OF THE ASSUMED TRUSS AND THE REQUIRED AMOUNT OF STRESS REDISTRIBUTION

Two of the tested beams (T9 and T13) represented the same geometrical case, although different ETM's were introduced to them. One of these trusses (T9) was anticipated to be the optimum one since the ETM predicted its capacity to be higher than that of T13 almost with the same reinforcement amount. Measured capacity of T9 was higher than that of T13 as expected by the ETM. Moreover, T13 required large degree of stress redistribution since a topologically different truss is believed to have taken place. The actually formed truss in specimen T13 had much higher capacity than the designed ETM (capacity of about 12 ton). Most of the variance was due to this difference.

Consequently, we would define optimality (O_{pt}) of a truss as the ratio of the capacity of this truss, to the capacity of the truss with the highest capacity that can be introduced to the same geometrical case with the same sum of reinforcement. Since the exact optimality requires a tedious topological optimization scheme, it is believed that the numerous trials [8] implemented to attain the desired results are quite sufficient.

The search for a term to define stress redistribution is much more complicated than for optimality. Although the similar moment redistribution in skeletal structures provides a well-defined concept, it was discarded as an approach. In skeletal structures there is a finite number of redundancies. In our case there is an infinite number of redundancies resulting in a mess of numbers declared to represent stress redistribution. Alternatively, stress redistribution can be represented by an index (I_{sr}) defined as the ratio of the load at which all the ties of the assumed truss start to yield to the ultimate load or:

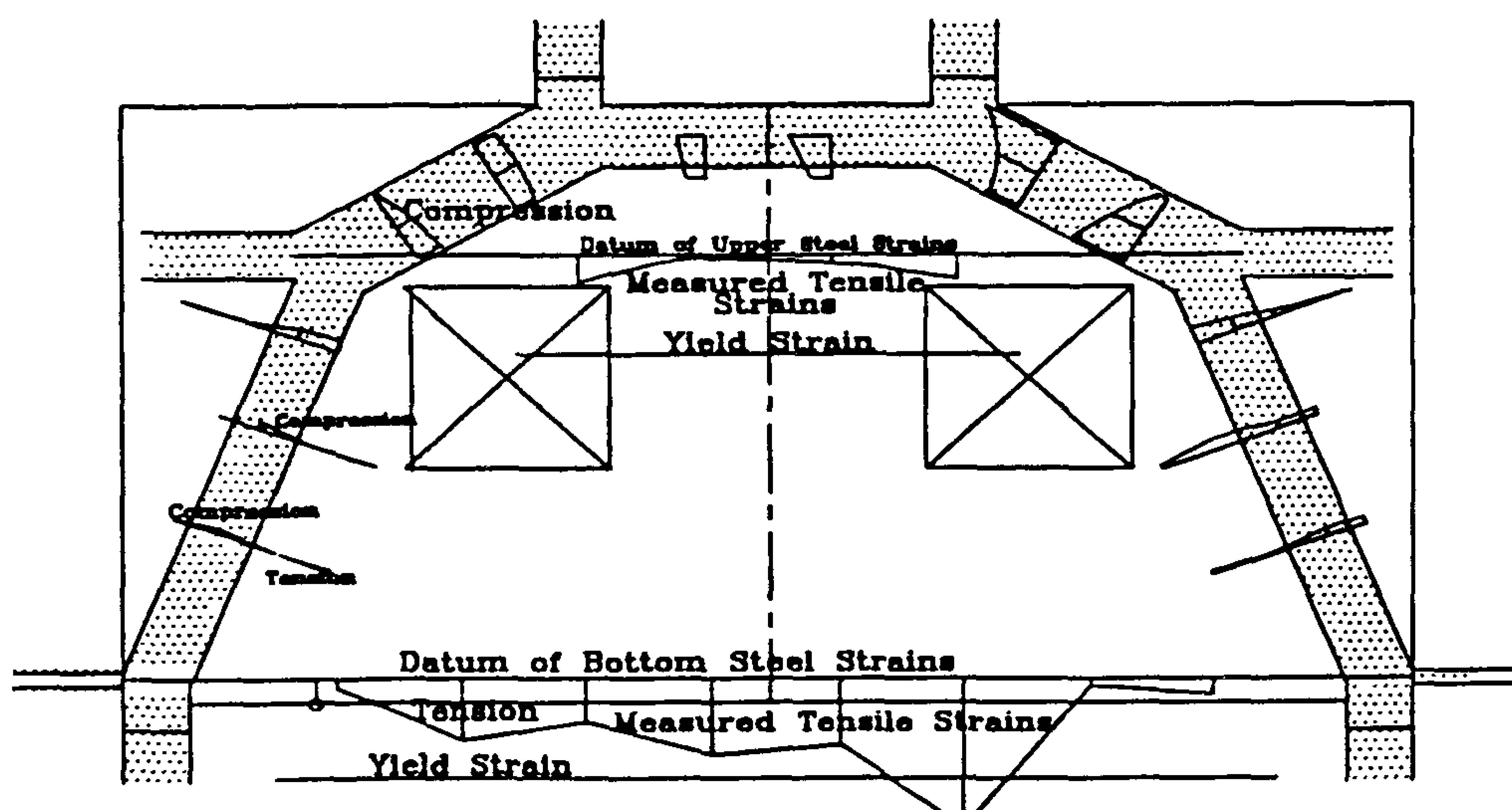


Figure 13 - Measured strains in specimen T 13

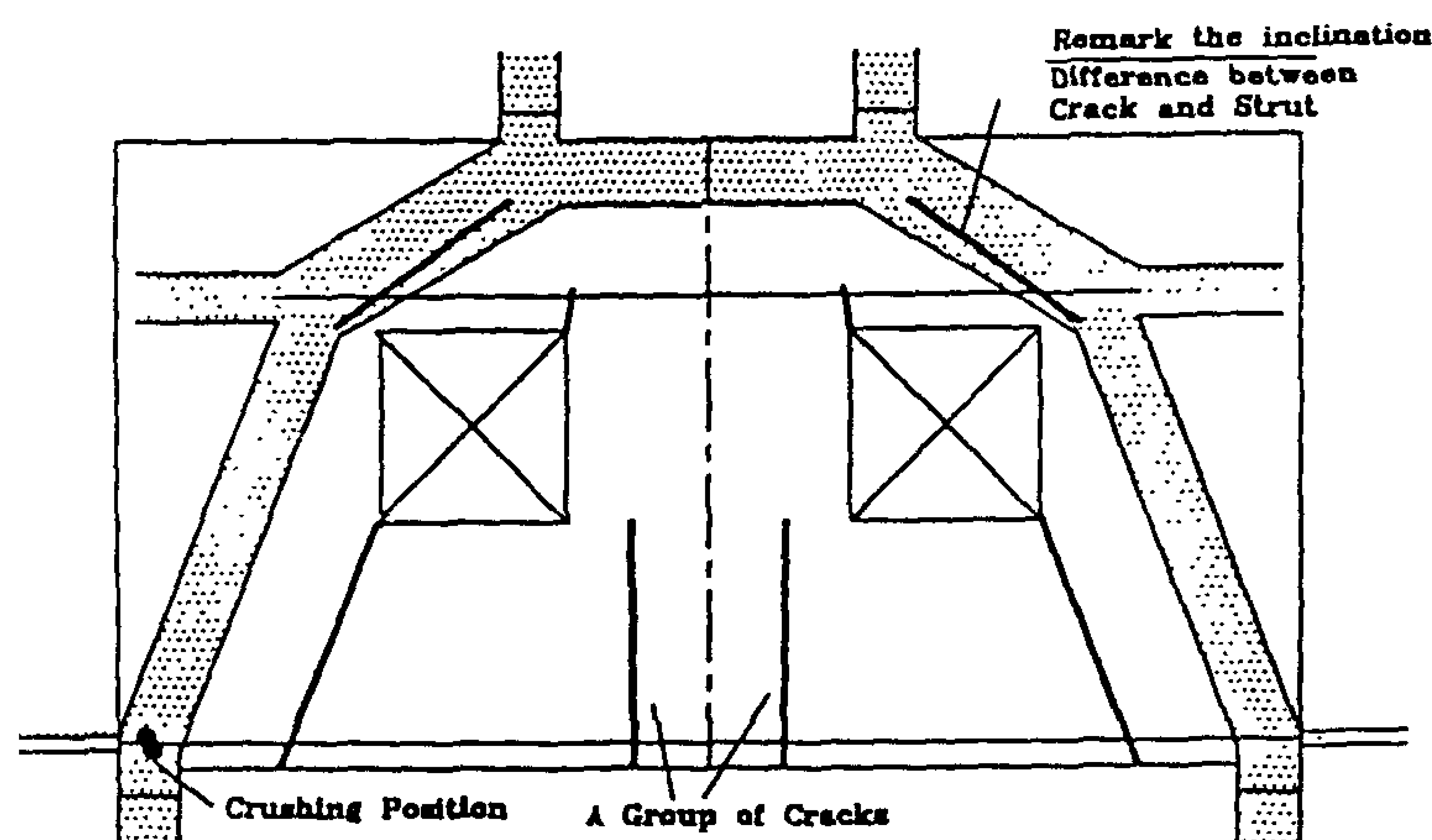


Figure 9, Reprocessed cracking pattern of T13

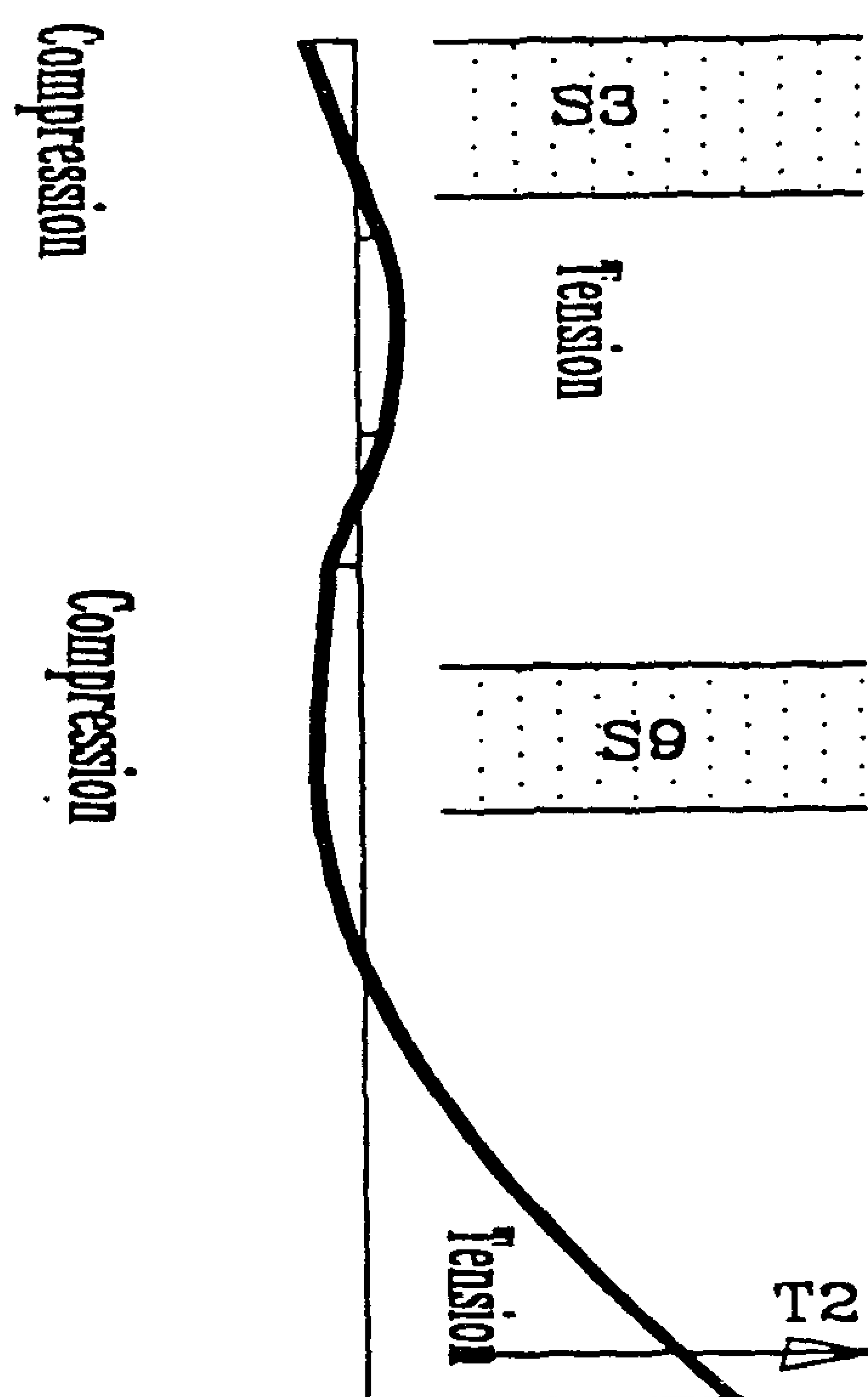


Figure 10 - Mid - span sectional strain distribution of T9

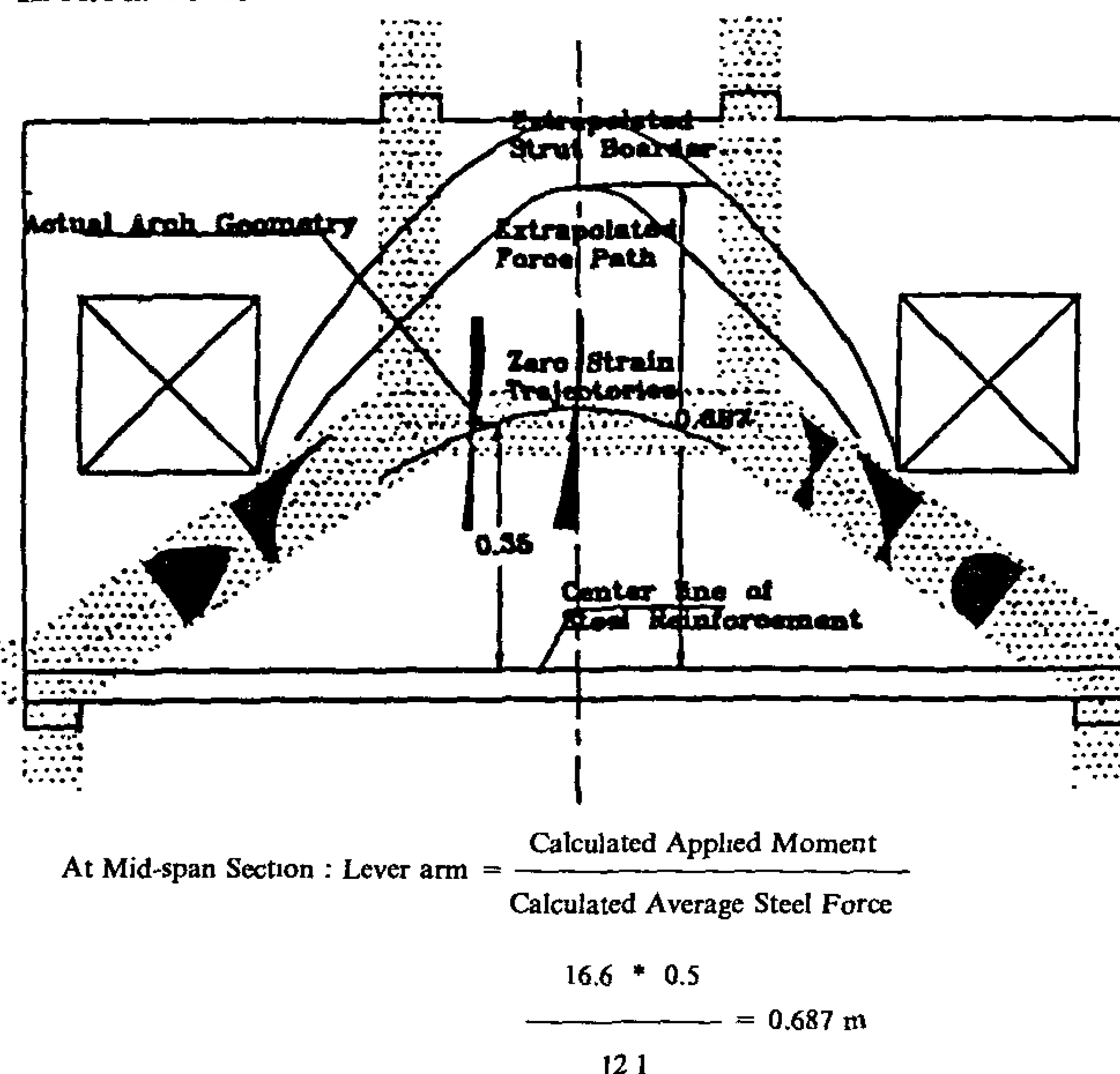
ultimate load, horizontal web reinforcement below the opening was mostly yielding and showed higher strains than those of the vertical web reinforcement. It was concluded that horizontal web reinforcement increased the capacity of the beam. Despite its importance, horizontal web reinforcement is assumed by the methodology to be shrinkage bars.

EFFECT OF CONCRETE TENSILE STRENGTH AND WEB REINFORCEMENT CONTRIBUTION

Truss models presented in the current paper were developed disregarding of the contribution of (a) concrete tensile strength and (b) minimum mesh reinforcement. The use of explicit concrete tension members is not recommended since concrete tensile strength is not reliable, has a high degree of vulnerability, and may be totally eliminated due to shrinkage or accidental cracking. The effect of ignoring these two items is discussed in the following section.

In specimen T12, the observed cracking pattern and measured strains were compatible with the assumed truss (figures 8,11). The strain contours shown in figure 11 indicate that the compression block extended to about one-half the beam height (in contradiction with the known behavior of beams which is due to the presence of the openings) The ETM predicted the compression block to be concentrated within the declared horizontal strut. However, this did not occur and the compression block is extrapolated to have expanded in-between the two openings. This can be attributed to either the concrete tensile strength or the provided steel mesh or both. The measured lateral tensile strains across the horizontal compression block indicate that the maximum lateral tensile strains were at the location of the expected maximum variations of the compression block in width and direction (figure 12).

The arched shape of the strain contours (figure 11) increased the level arm of the resultant horizontal compression force at the mid-span section as compared to ETM prediction. This resulted in a direct capacity increase of the tested beam. Since the measured lateral tensile strains were far less than the



At Mid-span Section : Lever arm = $\frac{\text{Calculated Applied Moment}}{\text{Calculated Average Steel Force}}$

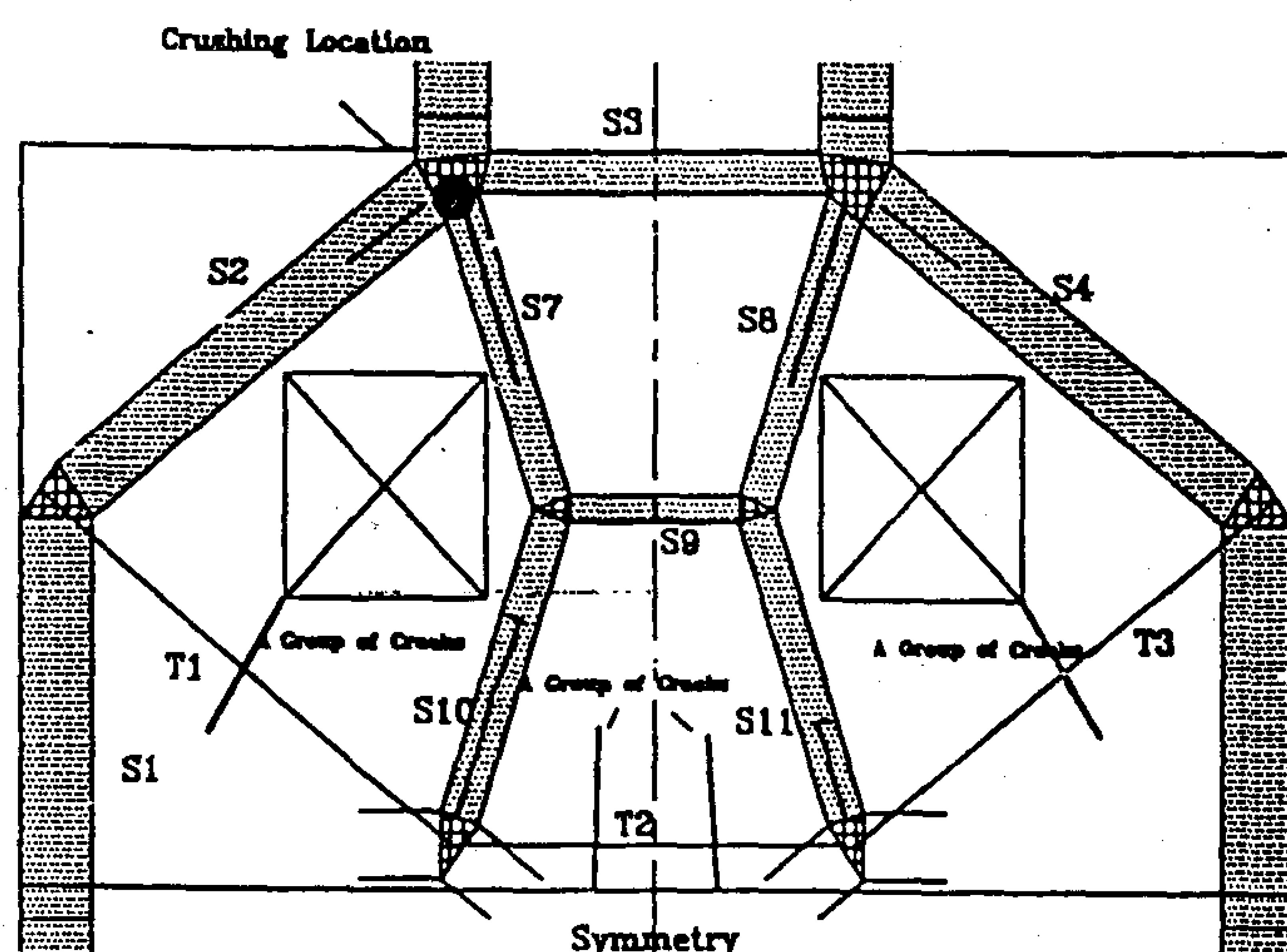
$= \frac{16.6 * 0.5}{12.1} = 0.687$ m

Figure 11 - Probable strain contours and strain distribution of T12

(Indicated strains are measured along the struts)

Table 2- Measured versus calculated beam capacities (ton)

Specimen	Measured Capacity, P_{um}	Calculated by Truss Models, P_{utm}	Finite-element method, P_{ufe}	Code-oriented method, P_{uc}	P_{utm}/P_{um}	P_{ufe}/P_{um}
T12	18.0	14.1	22.5	-*	78.33%	125.0%
T13	18.0	11.8	20.0	-*	65.5%	111.1%
T9	22.0	20.25	25.0	-*	92%	113.6%
CD3	14.0	–	18.0	20.3	–	128.6%



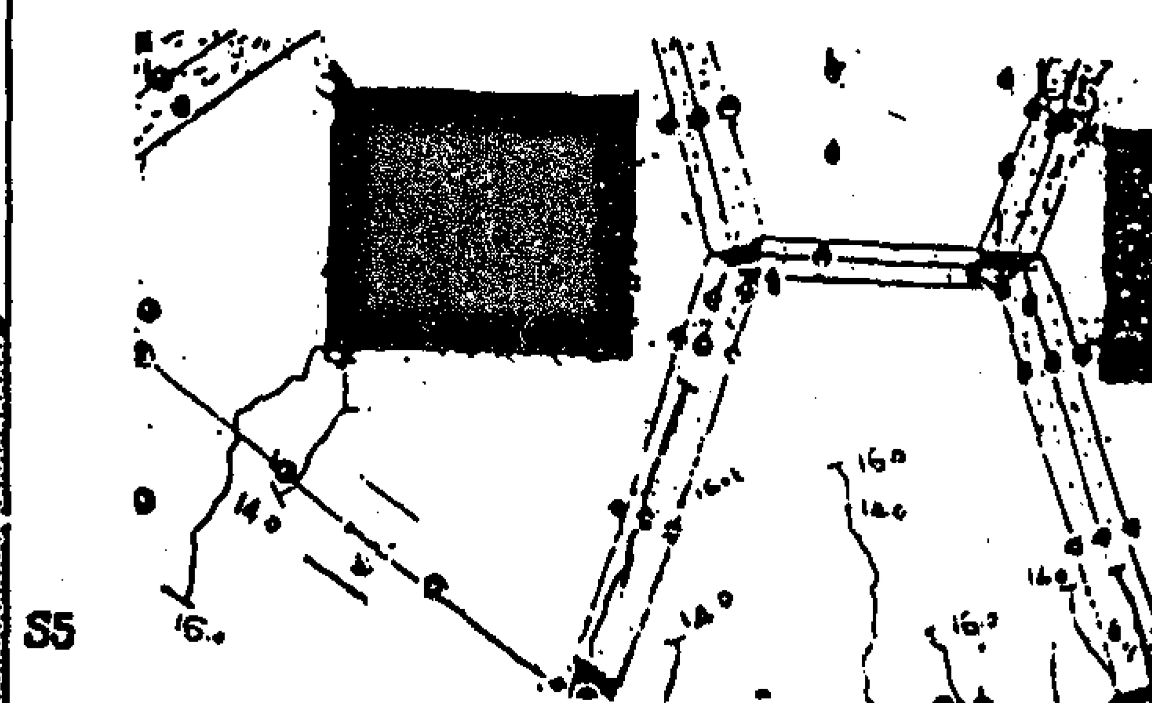


Figure 7- Cracking pattern of T9

Inspection of the strain distribution of beam T9 could provide further insight on the formation of the proposed truss model for this specimen. Figure 10 shows the mid-span sectional strain distribution. It can be seen that strains change from compression at the top (corresponding to strut S3) to tension, and again to compression at mid-height of the beam (corresponding to strut S9), then to high tension at the bottom corresponding to tie T2. This high nonlinearity of mid-span sectional strain distribution and the observed cracking pattern at failure emphasize the inadequacy of assuming linear strain distribution.

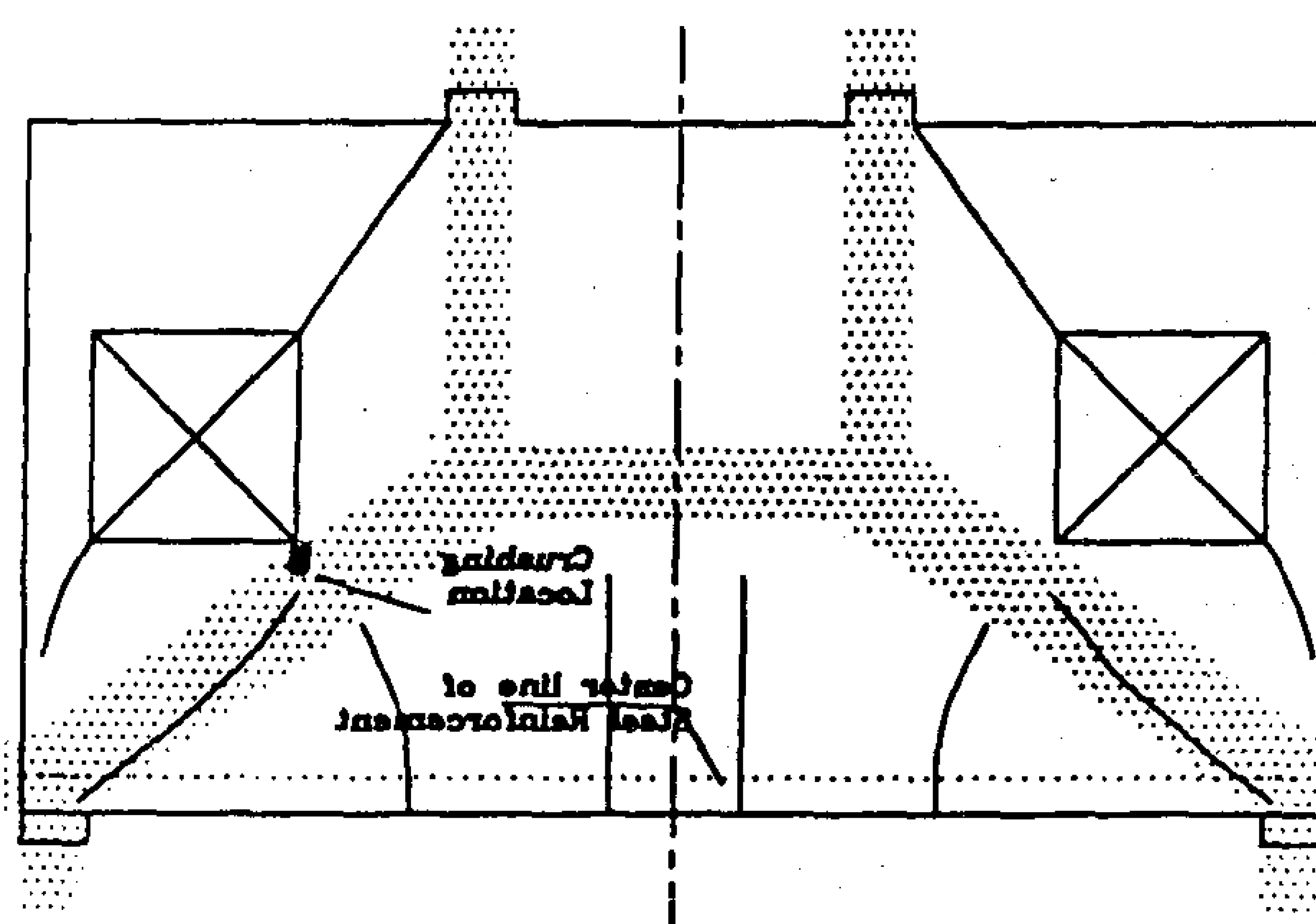


Figure 8, Reprocessed cracking pattern of T12

For specimen CD3, at 86% of the measured

* Adopted reinforcement details are not supported by the code.

and potable tap water were used in the mixture. All specimens were cast in a vertical position. The concrete was 16 to 28 days old at the time of testing.

Compression strengths at the time of testing are given in table 1.

Table 1- Concrete compressive strength of specimens

Specimen	Age at Date of Testing, Days	f_{cube} ,* kg/cm^2
T12	28	460
T9	17	266
T13	28	460
CD3	16	320

TESTING AND INSTRUMENTATION

The test setup is shown in figure 6. The load was measured using two, one-kg accuracy load cells.

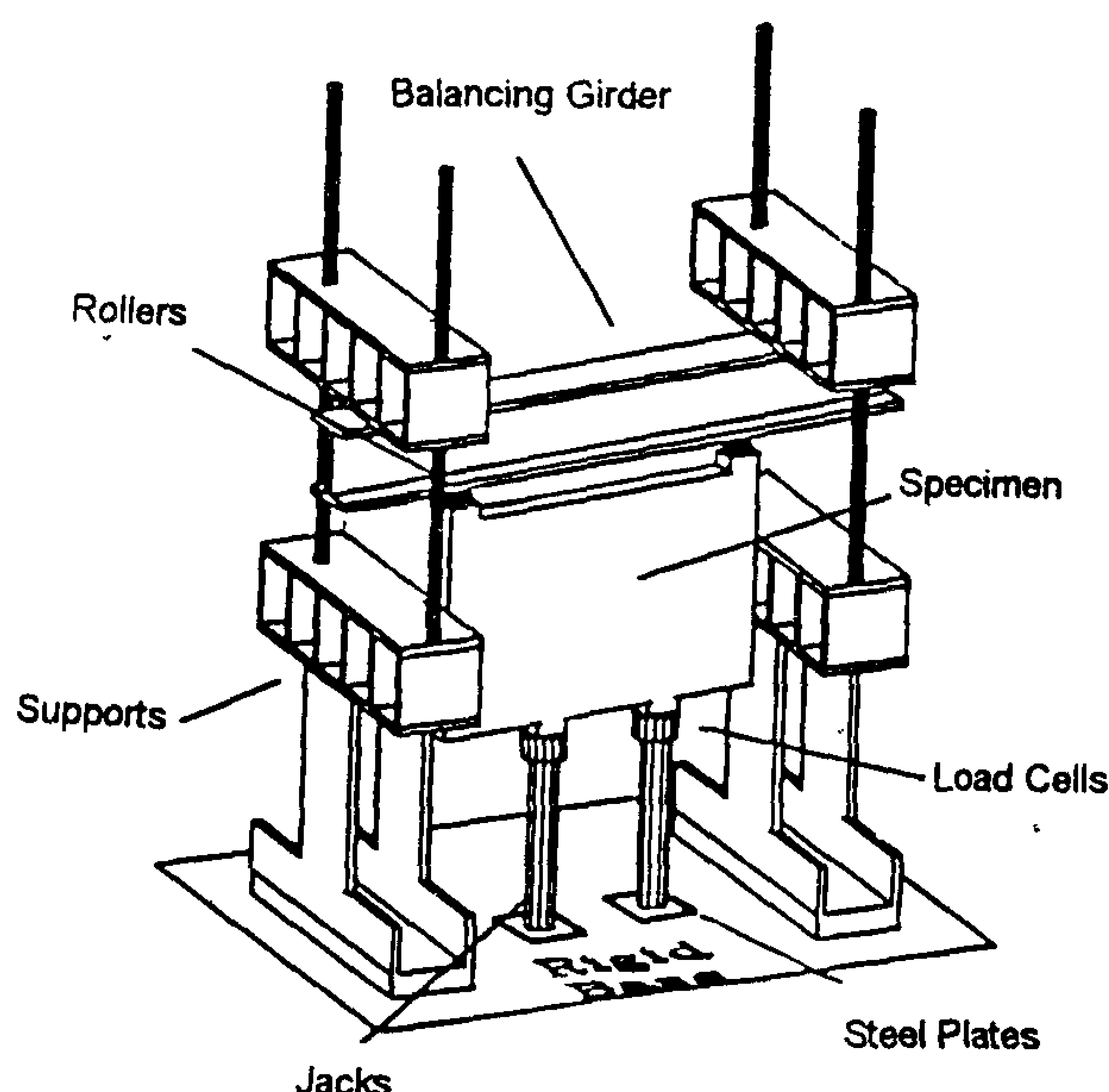


Figure 6- Load setup

The two ENERPAC© jacks were loaded simultaneously until the required load level was reached. The load was applied in increments of less than 15% of the expected ultimate load. The size of the increments was reduced when extensive cracking was observed. At each increment, the load was maintained constant for at least 20 minutes to record the beam deformation and to mark the cracks.

Electrical resistance strain gages were used to measure strains in the main reinforcement. The length was 10mm and the gage resistance was 120 ohms. Strains were recorded by using a data-logger sensitive to 1 micro strain. Also, concrete and steel strains were measured using 15 cm gage mechanical extensometers. Measurements were between targets mounted on the surface of concrete.

TEST RESULTS

Ultimate Capacity The capacity of beams was calculated using (a) truss model (P_{utm}), (b) nonlinear finite-element analysis [7] (P_{ufe}), and (c) code-oriented approach (P_{uc}). The measured ultimate capacities (P_{um}) are shown versus the calculated capacities in table 2.

It can be seen from the above table that the measured capacities of specimens T12, T13, and T9 were consistently higher than those calculated using the equilibrium truss models. This observation points out that a safe, lower bound solution is obtained using the ETM. The variance of the ETM results is 13.7% indicating the consistency of the method.

On the other hand, beam CD3, which was designed according to a code-oriented methodology, showed a much lower capacity than the estimated value by 45%.

Strain distribution and cracking behavior:

The observed cracking pattern and strain distributions were used to provide a qualitative experimental evidence to the formation of the assumed truss models. Generally, whenever premature failure was prevented, and the beam capacity was controlled by steel yielding, the observed cracking patterns were in full agreement with the assumed compressive fields (struts).

Figures 7,8,9 show the recorded cracking patterns at failure for beams T9, T12, and T13. It is interesting to observe that, despite the large differences between the assumed truss models in each individual case, the general cracking trend was that cracks form parallel to the assumed strut directions and perpendicular to the ties direction. Furthermore, in most cases, cracks do not enter the nodal zones.

* Measured as the average of three standard cubes at the time of testing. The variance among them never exceeded 11%.

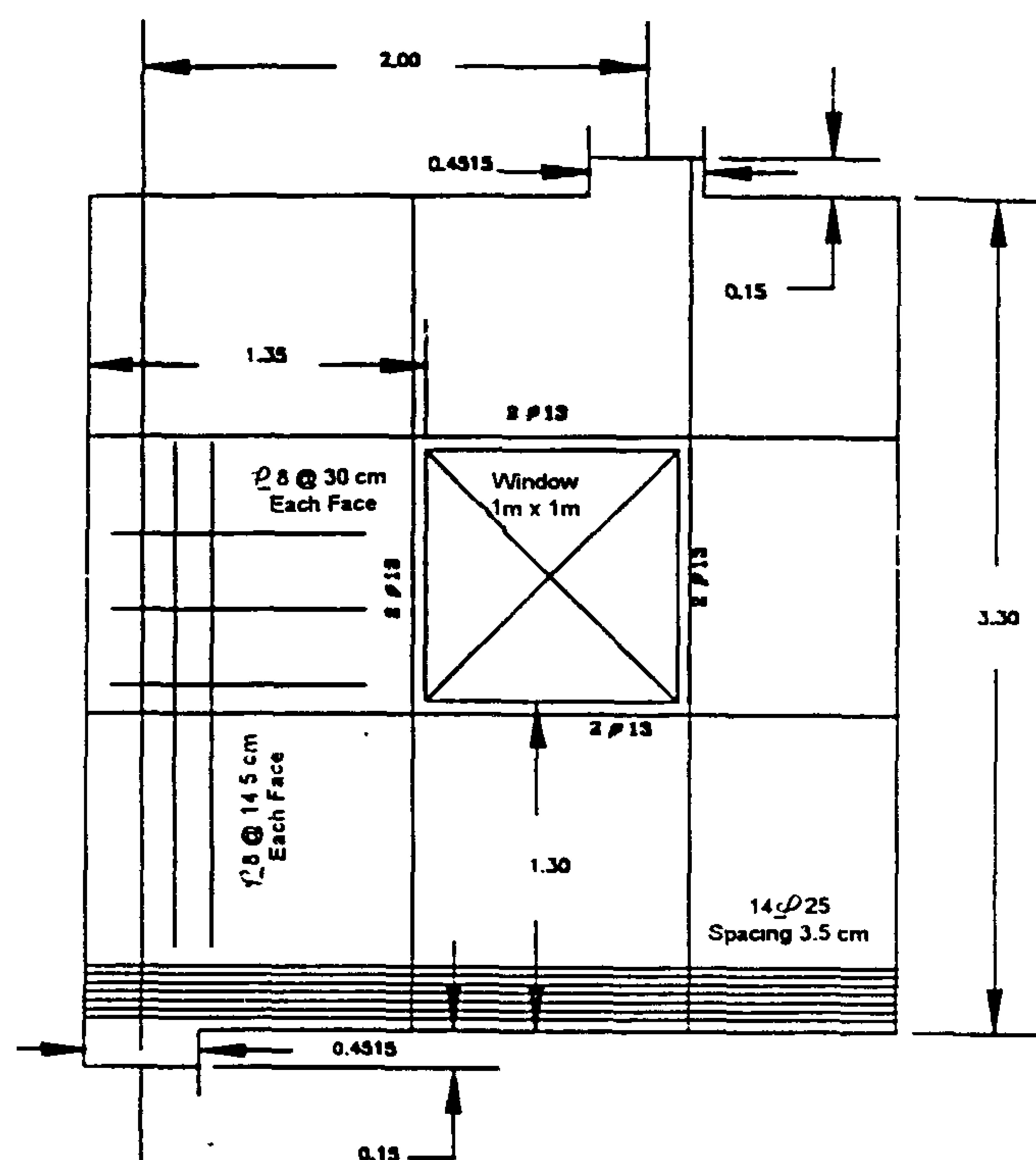


Figure 4- Specimen CD3

stress redistribution is known to occur.

Web reinforcement intercepting the void was concentrated on its both sides. While vertical web reinforcement was detailed as stirrups so as to put parts of the steel cage together, horizontal web reinforcement was in the shape of straight bars. Steel of the assumed ties was anchored as shown in figure 5. The development length was calculated according to the provisions of the ECP89 [4]. On the other hand, span/depth ratio of CD3 was regarded by the ECP89 as shallow beam. Horizontal web reinforcement was designed as shrinkage bars while vertical web reinforcement was detailed as stirrups. It should be mentioned that - for practical purposes - the adopted horizontal web reinforcement was four times as much as the minimum amount recommended by the ECP89 as shrinkage reinforcement.

PROPERTIES OF MATERIALS

Steel bars of the main reinforcement were in the shape of commercial deformed high grade steel (36/52). To a level of significance of 10%, the yield force (A_sf_y) of the bars was higher than the nominal by 5%. Web reinforcement was in the form of rounded smooth bars made of hot rolled, mild steel (28/45). Commercial aggregates with a nominal maximum size of 1.2 cm, normal Portland cement,

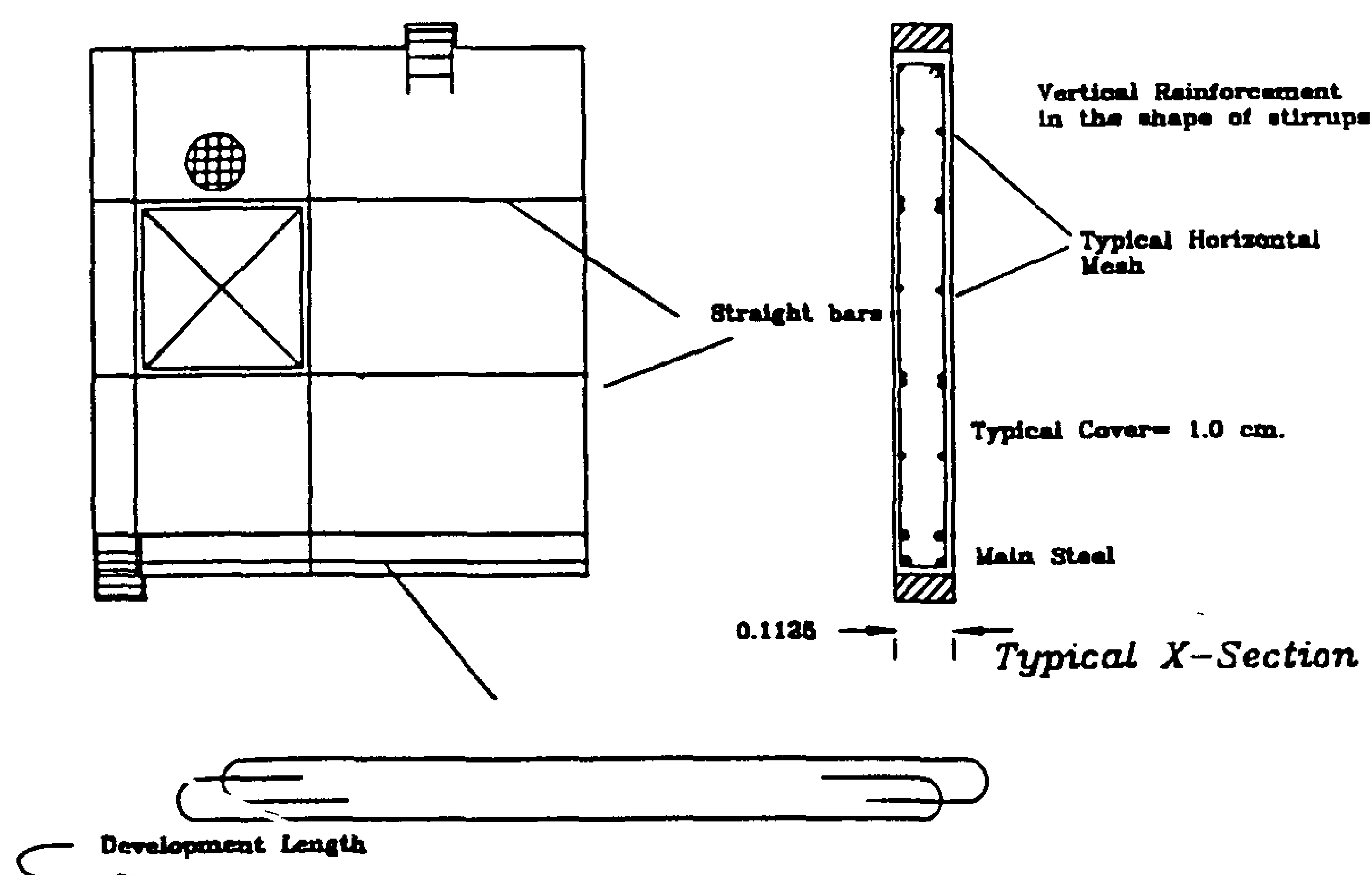


Figure 5- Typical reinforcement details

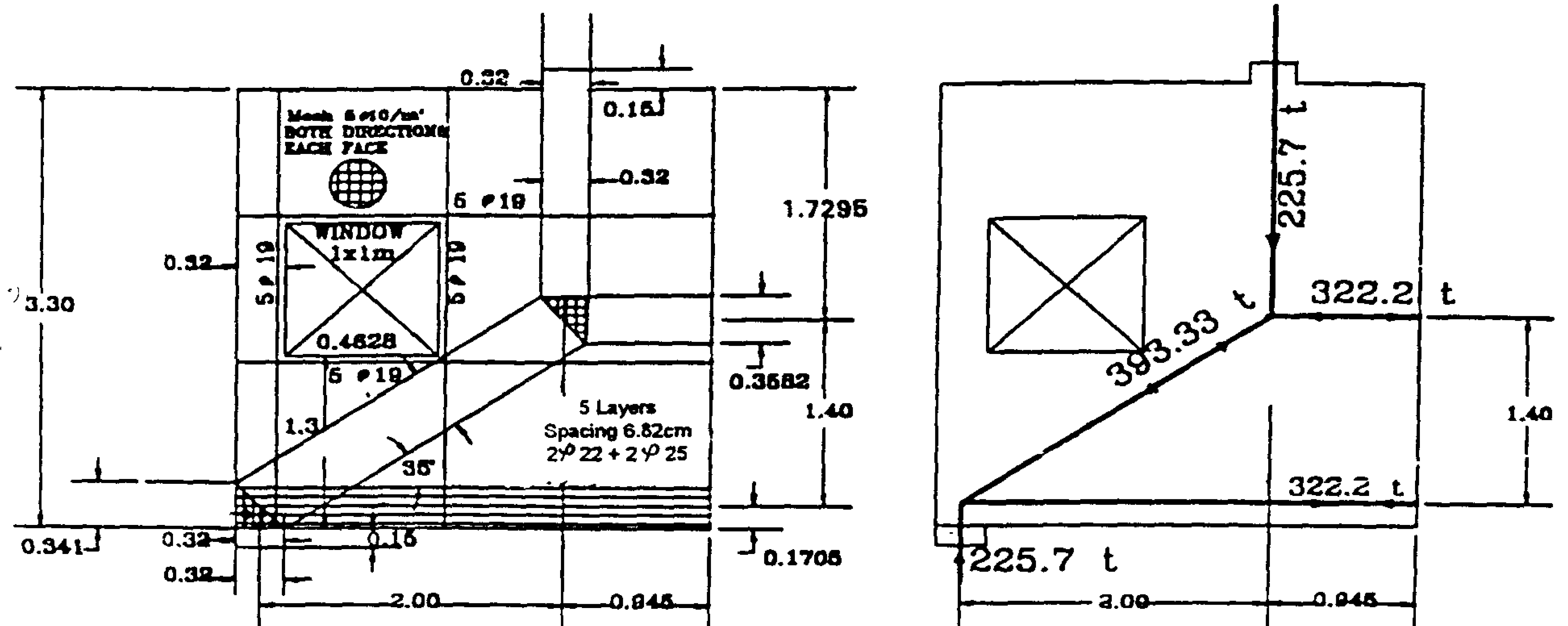


Figure 1 - ETM of T12 (Prototype)

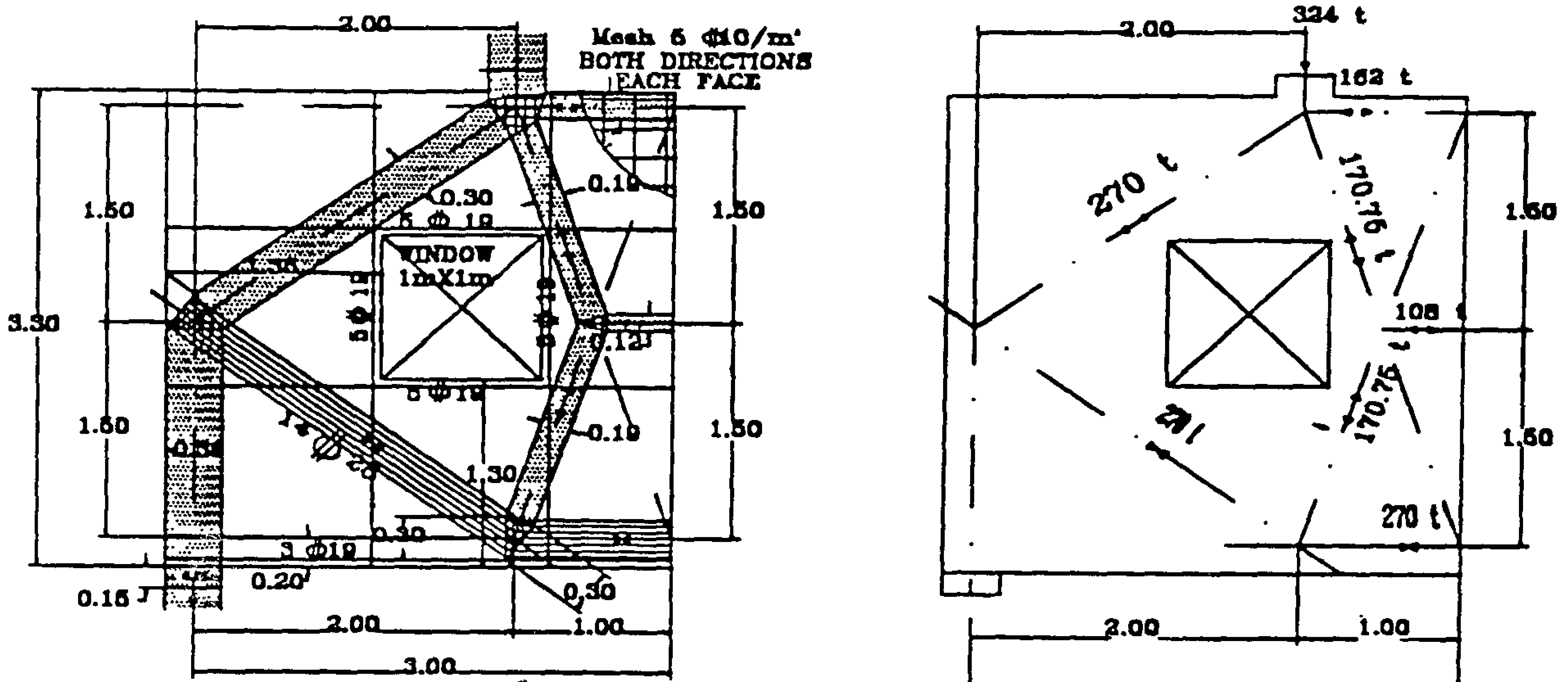


Figure 2 - ETM of T9 (Prototype)

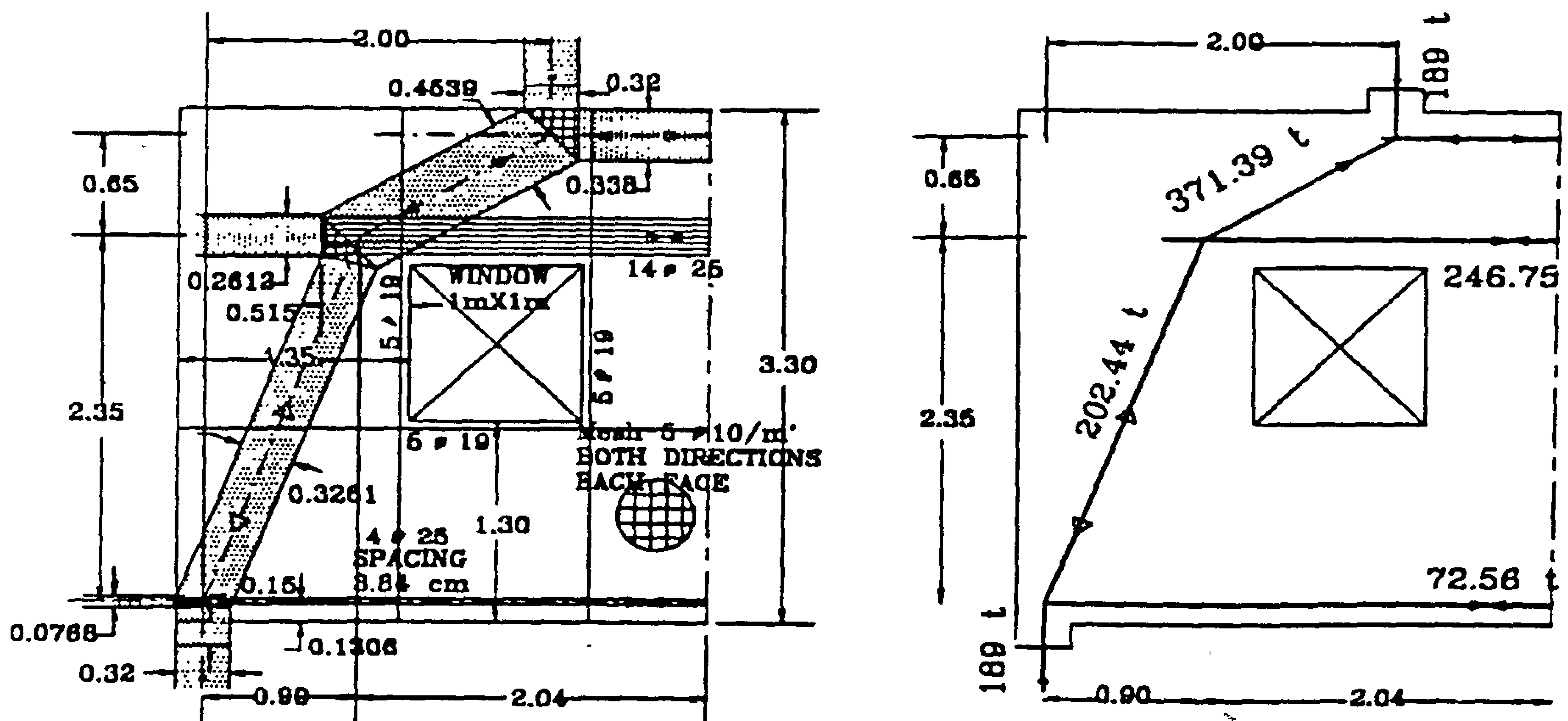


Figure 3- ETM of T13 (Prototype)

REINFORCED CONCRETE DEEP BEAMS WITH WEB OPENINGS - A TRUSS MODEL APPROACH

By

Mohamed Ahmed Ali*, Adel Galal El-Attar, & Mohamed Talat Mostafa*****

ABSTRACT

Deep reinforced concrete beams are common structural elements. They are typically found in transfer girders, walls of rectangular tanks, floor diaphragms, and folded plates [1,2,3]. Although, in many situations these elements occur with large web openings, little is found in the literature on their design. Since design codes do not explicitly address the design of such elements [3,4,5], the designer has to rely on his past experience or the so - called "good practice" approach [6].

In the current paper, the theory of plasticity, manifested in the so - called, "Equilibrium Truss Models (ETM)", [6] is applied to deep beams with large web openings in an effort to explore the applicability and reliability of the approach. Four simply supported deep beams with web openings were designed and detailed using the ETM, then they were tested to failure. The tests to be described in the following pages were intended not only to show the adequacy of the ETM design approach, but also to demonstrate the consequences of relying upon irrational methods. Design implications of the test results are discussed with special emphasis on the relation between the optimality of the proposed truss model and the required stress redistribution for it to develop.

TEST SPECIMENS

The tested specimens were sized as one fourth scale model of the actual transfer girders. The prototype beams were simply supported with 6.0m span, 3.30m height, 0.45m breadth, and two symmetrically located 1.0mx 1.0m web openings. The location of the web openings was varied to investigate different possibilities of the truss models. All the beams were loaded at their upper face with two equal concentrated loads at their third points.

While three beams were designed and detailed using the recommended ETM technique (designated T#, figures 1,2,3), the fourth was designed and detailed using a code-oriented rule of thumb (figure 4). The widely accepted rule assumes the applicability of the code shear formulas, if applied to an effective section from which the opening is subtracted. The same rule urges the designer to concentrate the horizontal and vertical web reinforcement that was supposed to cross the void at its two sides.

For comparison purposes, three of the tested beams had the same geometry, the same span, height, opening size, and opening location. Two of these beams (namely T9 and T13) had different truss models and different reinforcement layout, while the third (namely CD3) was designed using the previously described rule of thumb.

In all the tested beams, the symmetrical openings were positioned so as to fully intercept the natural flow of forces. Moreover, all the beams designed using the recommended ETM technique were provided with the same reinforcement mesh.

Although the provided mesh was not dictated by the truss model, its existence was necessary to ensure the element integrity after cracking, to provide the ductility required for stress redistribution, and to safeguard against premature failure of the struts.

Until some specific data is available, the authors recommend a tentative reinforcement ratio of 0.2% for the web opening in the vertical and horizontal directions.

The required amount of web reinforcement is still open for research effort. It is the author's belief that designing the mesh to account for a reinforcement ratio of about 0.2% was sufficient in the studied cases. Apparently, this ratio may increase if major

* TA, Structural Engineering Department, Cairo University.

** Assistant Professor, Structural Engineering Department, Cairo University.

*** Associate Professor, Structural Engineering Department, Cairo University..

CONTENTS

ARABIC SECTION

ENGLISH SECTION

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 33 ISSUE No. 2 - 1994 ISSN 1110 - 1253

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

Yearly Subscriptions

Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

Abroad

Individuals	75 US $
Organisations	500 US $

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس ـ القاهرة ج.م.ع ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الثالث والثلاثون - العدد الثالث ١٩٩٤ | **ردمد ١١١٠ - ١٢٥٣**

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصةABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها ألقابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر أىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

  ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

- **داخل البلاد :**

الاشتراك السنوى للمهندسين	٢٠ جنيها
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	٥٠ جنيها
الاشتراك السنوى للهيئات	٥٠٠ جنيها

- **بالخارج :**

للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنويا .

وذلك عن الأربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

دار الجيل للطباعة تليفون ٥٩٠٤٣٤٣ | رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

محتويات العـــدد

القسم العربى :

القسم الأفرنجى :

الاستراتيجية الجديدة لقطاع البترول في الاتفاقيات

د.م. حمدى البنبى
وزير البترول

إن التطور هو سنة الحياة وبدون تطور أو تقدم لاترقى البشرية ولاتتقدم الامم . ولما كان قطاع البترول في العالم عامة ، وفي مصر خاصة ، يعتبر قطاعاً من أهم قطاعات الدولة لما له من دور مؤثر في الحياة الاقتصادية للشعب المصرى ، ونظراً لديناميكية البترول المتغيرة دائماً والمتاثرة دوماً بالمتغيرات العالمية لهذه السلعة الاستراتيجية ، كان من الضرورى مراجعة السياسات والاستراتيجيات ، ودراسة الوضع الحالى لقطاع البترول المصرى ومدى تاثره بالسوق العالمى ، وإلى أين يجب أن نتجه لكى نحافظ - على الاقل - على مكاسب الشعب المصرى في هذا القطاع الحيوي .

ومن البديهى أن الاتفاقيات البترولية كانت من أهم البنود أو الموضوعات التى كان يجب تقييمها وتطويرها ، وخاصة في ظل المنافسة العالمية التى نشهدها الآن بعد تفكك الاتحاد السوفيتى السابق وظهور دول الكومنولث الجديدة كمنافس قوى ليس لمصر فقط بل لبلدان الشرق الأوسط جميعاً، والتى تعتبر المعقل الأساسى لإنتاج البترول . ومن هذا المنطلق فإن سياسة قطاع البترول اعتمدت على عدة محاور رئيسية من ناحية الاتفاقيات البترولية نوجزها فيما يلى :

المحـــور الأول

كان من أهم الموضوعات التي يجب تداركها هو البنود الأساسية في الإتفاقيات البترولية المصرية وتطويرها لتتمشى مع المتغيرات العالمية لما لها من تاثير كبير على عمليات الحفر والاستكشاف وإنتاج البترول، والتى تتكلف مبالغ طائلة تصل إلى بلايين الدولارات، هذا بالإضافة إلى احتياجاتها لتكنولوجيا متقدمة لاتتوافر إلا لدى بعض الشركات العالمية الكبرى التى لايزيد عددها على عدد أصابع اليدين في العالم كله.

وكان من أهم البنود التى شملها التطوير هو بند استرداد التكاليف حيث كان الشريك الأجنبى يسترد تكاليفه على عدد كبير من السنوات، وحتى عدد هذه السنوات يختلف فيما بينها اعتماداً على طبيعة الإنفاق سواء إنفاقاً استكشافياً أو إنفاق تنميه، مما قد يؤدى إلى زيادة مشاكل الفصل بين حسابات الإنفاق المختلفة بين هيئة البترول والمقاول. ولذلك تم تعديل هذا النص على أن يسترد الشريك إنفاقه على ٤ سنوات سواء كان إنفاقاً استكشافياً أو تنمية، بما يؤدى إلى تسهيل مهمة هيئة البترول في متابعة إنفاق الشركاء، كما ستعطى الفرصة للشريك الأجنبى أن يسترد نفقاته في فترة زمنية معقولة، وتشجيعه على المزيد من الاستثمار. كما أن نسبة استرداد التكاليف تمت زيادتها إلى مابين ٣٠-٤٠٪ طبقاً لاحتمالات المناطق المختلفة وموقعها من تسهيلات الإنتاج القائمة، وهذا لايضير الهيئة بشىء حيث أن معظم هذه الإتفاقيات يعود فيها فائض الاسترداد لهيئة البترول، كما أن جهاز الرقابة على الشركات الأجنبية جهاز فعال ويعتبر رقيباً

على نوعية إنفاق الشريك ولايعتمد إلا المبالغ التى تم صرفها فعلاً في أعمال الاستكشاف أو الإنتاج دون أى تبذير.

كما تم ايضاً زيادة مساحة المناطق المعروضة للبحث وبالتالى الفترة الزمنية اللازمة للبحث من ٧-٩ سنوات، وذلك حتى يتمكن الشريك من عمل الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيقية التفصيلية اللازمة لعمليات البحث قبل البدء في عمليات الحفر وتكاليفه الباهظه. كما أن التقدم العلمى في الطرق السيزمية ثلاثية الأبعاد، والتى يتم الاستعانة بها حالياً في معظم مناطق البحث والاستكشاف، يحتاج لفترات زمنية طويلة في تسجيلها وتحليلها. وتساهم زيادة مساحة المناطق المعروضة في المزايدات في اعطاء الشريك الأجنبى فرصة أكبر لكى يجرب أكثر من فكرة وأسلوب للبحث عن البترول في منطقة واحدة. ويؤدى ذلك أيضاً إلى استفادة هيئة البترول من هذا الإجراء لأن الشريك الأجنبى حين يقوم بعمل دراساته لتقييم منطقته فإنه يجريها على رقعة أكبر من مساحة مصر، وبالتالى تتوافر المعلومات الفنية لدى الهيئة لمعظم مناطق الجمهورية.

هذا بالاضافة إلى أنه في المناطق البكر والمناطق النائية ومناطق المياه العميقة بالبحر الأحمر فإن هيئة البترول مستعدة لقبول مايسمى بالاختيار الجيوفيزيقى أو الاختيار الجيولوجى. وهذا يعنى أن الشريك في فترة البحث الأولى غير مطالب بحفر أية آبار إلا بعد أن ينتهى من دراساته الفنية خلال الفترة الأولى ويتأكد منها أن هناك احتمالات مشجعة تستحق الحفر وتكاليفه الباهظه.

كما أنه تم التخلص من الروتين في إصدار الاتفاقيات عن طريق اختصار وقت الإعلان في المزايدات وقبول العروض وتحليلها ودراستها في لجان الهيئة المختلفة أو مجلس الدولة أو مجلس الوزراء أو مجلس الشعب بحيث تأخذ الاتفاقية حوالى سنة فقط من وقت الإعلان عن المزايدة وحتى الاعتماد النهائى، بالمقارنة بعامين أو ثلاثة أعوام في الماضى.

المحــور الثــانى

العمل على فتح مناطق جديدة غير معهودة من قبل للبحث والتنقيب مما يحفز الشركات العالمية الكبرى التى تسعى وراء المناطق البكر رغم خطورتها لكن عائدها عادة يكون أكبر بكثير في حالة تحقيق أى اكتشافات بها. وتفتح هذه السياسة آفاقاً جديدة لمصر لمضاعفة احتياطياتها من البترول.

وبنظرة سريعة على خريطة مصر البترولية فإننا نرى أنه إلى عهد قريب لايتعدى عشر سنوات كان خليج السويس هو الحوض الترسيبى الوحيد الذى يحظى بإهتمامات الشركات العالمية في مصر. ولكن في غضون السنوات القليلة الماضية شاركت منطقة شمال الصحراء الغربية في المنافسة على جذب الشركات العالمية للعمل بها نتيجة احتمالاتها البترولية في صخور عصر الجوراسى العميق.

ومنذ عامين بالتحديد ظهرت منطقة مياه البحر الأبيض المتوسط بقوة كمنطقة ذات احتمالات بترولية عالية مؤكدة خاصة لاحتياطيات الغاز الطبيعى. مما أدى إلى جذب الشركات العالمية للعمل في هذه المنطقة للتنقيب بها ليس في مناطق المياه الضحلة فقط بل في مناطق المياه العميقة والتى تمثل تطوراً هاماً في مراحل الاستكشاف بمصر.

ومن هذا المنطلق فقد توسعت سياسة قطاع البترول المصرى في هذا المجال، فتم طرح مناطق عديدة ليست معهودة من قبل في مزايدات عالمية متنوعة كان من نتيجتها أنه تجرى حالياً الدراسات الفنية تمهيداً للحفر الاستكشافى في مناطق حوض وادى النيل من شماله مثل منطقة بنى سويف وتعمل بها شركة فينكس، وحتى جنوبه في أسوان وتعمل بها شركة ربسول الأسبانية، مروراً بمنطقة أسيوط وتعمل بها شركة تكساكو، كما أن الشركة الدولية الإيطالية مع شركائها (بريتش جاز وإينا) يدرسون حالياً مناطق بوسط وغرب الصحراء الغربية لأول مرة في تاريخ الاستكشاف بمصر.

هذا بالإضافة إلى فتح مناطق البحر الأحمر في مزايدة عالمية وستؤتى ثمارها في المستقبل القريب بإذن الله.

المحــور الثــالث

من أهم السياسات التى ينتهجها قطاع البترول في مجال الاتفاقيات:

الحفاظ على الشركات العالمية العاملة في مصر وخاصة

الكبرى منها حيث تقوم بالعمليات في مصر حالياً ٢١ شركة منها سبع شركات أمريكية، وتسع شركات أوروبية، والباقى من جنسيات مختلفة. وسبيلنا إلى ذلك هو تسهيل مهمة هذه الشركات في القيام بأعمالها على النحو الأكمل حيث نمد لهم يد العون في شتى المجالات وفي جميع مراحل الاستكشاف والإنتاج من عمالة وطنية متنوعة ومدربة تدريباً عالياً، وكذلك تسهيل مهمة شركات الخدمات البترولية المتنوعة في مصر حيث أن معظم شركات الخدمات تفتح مكاتبها الإقليمية في القاهرة مما يساعد الشركات العاملة على القيام بأعمالها بشكل أسرع، كما يتيح لها متابعة التحاليل والعمليات الخاصة بها مع شركات الخدمات أولاً بأول. كما تقوم الهيئة المصرية العامة للبترول بالتنسيق بين جميع الشركات العاملة في مصر من ناحية إجراء دراسات مشتركة لمناطق امتياز الشركات، وكذلك فى تنمية الحقول الصغيرة، حيث أنه من الأنسب اقتصادياً أن تتكاتف أكثر من شركة عاملة في منطقة معينة بالتعاون في بناء أو استخدام تسهيلات إنتاج مشتركة، الشيء الذى يعود على الجميع بما فيهم مصر بالخير.

كما أن من سياسة قطاع البترول أن يعاون الشركات العاملة في تسويق حصتها من الزيت الخام، إذا رغبت في ذلك، أما بالنسبة للغاز فإن الهيئة تشترى حصة الشريك الأجنبى بموجب إتفاقية لبيع الغاز تعقدها الهيئة مع الشريك، والتى بموجبها تشترى الهيئة على الأقل ٧٥٪ من الكمية المتعاقد عليها طبقاً للاتفاقية، وتستفيد الهيئة من ذلك بإحلال الغاز محل المنتجات البترولية السائلة، والذى تشتريه بسعر يقل عن تلك المنتجات وتقوم بتصدير المنتجات، وكذلك تستفيد من استخدام الغاز بصفته وقوداً أنظف ويدخل في العديد من الصناعات الهامة.

كما يعمل قطاع البترول المصرى، بصفة مستمرة، على جذب أكبر عدد ممكن من الشركات العالمية إلى مصر، وذلك عن طريق الإعلان عن مزايدات عالمية بصفة مستمرة، بحيث أنه في أى وقت من الأوقات على مدار العام تكون هناك مزايدة عالمية عن مصر وفي أحواض ترسيبية متنوعة ذات احتمالات بترولية مختلفة (زيت أو غاز) في نفس الوقت، بما يتيح وييسر على الشركات العالمية العاملة في هذا المجال أن تتخذ قرارها المناسب في استثمار أموالها في أى من مناطق العالم ومن بينها مصر.

هذا وقد نجحت هذه السياسة في جذب عدد من الشركات الجديدة إلى مصر في غضون السنوات القليلة الماضية، كما أن كبرى الشركات العالمية والتى كانت تعمل في مصر سابقاً وتركت العمل بها منذ عشر سنوات أو يزيد قررت العودة مرة أخرى للعمل بمصر، وذلك بعد استشعارهم بتحسن وتطوير أسلوب الاتفاقيات البترولية المصرية. هذا بالإضافة إلى أن قطاع البترول في العام الأخير فتح الباب للقطاع الخاص المصرى للمساهمة في أعمال البحث والتنقيب ليبدأ من الآن في اكتساب خبرته في هذا المجال حتى إذا ماتم الاحتياج إليه مستقبلاً -لسد الفجوة التى قد تحدث نتيجة ترك بعض الشركات العالمية لمصر- يكون مستعداً للقيام بهذا الدور على الوجه الأكمل.

كما يقوم خبراء الهيئة المصرية العامة للبترول بعمل ندوات علمية مستفيضة عن جميع المناطق المطروحة في المزايدات المختلفة في كبرى عواصم العالم التى تهتم بصناعة البترول مثل لندن (أوروبا) وهيوستن (بامريكا) وكالجارى (بكندا). ويتم التخطيط الآن لعمل ندوات مماثلة في اليابان حيث يجتمع فيها مندوبو الشركات العالمية للاستماع ومناقشة الخبراء المصريين في أسلوب الاتفاقيات البترولية المصرية وشروطها، وكذلك مناقشات فنية خاصة باحتمالات المناطق المختلفة المعروضة بالمزايدة واحتمالات الغاز الطبيعى في مصر ومجالات تسويقه المختلفة وما إلى ذلك من موضوعات استراتيجية تهم الشركات العالمية، ويتم عمل هذه الندوات لقناعتنا بأن نذهب إلى الأسواق ولاننتظر في أماكننا آملين أن تبحث عنا الشركات العالمية.

كما أن هناك عوامل أخرى سياسية واقتصادية وطبيعية حبا الله بها مصر ساعدت على جذب العديد من الشركات الأجنبية للعمل بمصر، ومن أهمها الاستقرار السياسى والأمنى في مصر بدرجة كبيرة تفوق معظم بل كل البلاد المنافسة في هذا المجال مع النجاح المنقطع النظير في السياسة الخارجية والتى انتهجتها القيادة السياسية في تجنيب قطاع البترول المصرى أى هزات قد تؤثر على استمرارية نجاحه أو تقلل من كفاءته وإنتاجيته وبالتالى في دوره كأحد الدعائم الأساسية للدخل القومى في مصر.

تخطيط التجمعات الجديدة ومفهوم التنمية العمرانية الشاملة

د. يحيى عثمان شديد

مقدمة

عقد في اليوم الأول من يونيو ١٩٩٤م الموافق الثالث والعشرين من ذى القعدة ١٤١٥هـ ، ندوة علمية بالمركز الثقافي بمقر سفارة جمهورية مصر العربية، بمدينة الرياض، عاصمة المملكة العربية السعودية، وقد أدار الباحث الندوة من خلال محاضرته -موضوع هذا البحث- ثم صاغ الأسئلة المثارة خلال تلك الندوة، صياغة علمية بمنهجية تعتبر في حد ذاتها "المدخل الأصيل" لتناول عملية التنمية العمرانية الشاملة في مصر. وقد تناولت المحاضرة (الندوة): دراسة الوضع الحالي لمصر، من حيث: طبيعة الموقع، واستعمالات الأراضي، وخصائص السكان، والهيكل العمراني لقرى ومدن مصر وعلى رأسها القاهرة. وذلك بهدف التعرف على خصائص الهيكل الاستيطانى الحالي والمشاكل المترتبة عليه. بعدها، تناولت، بحث أنماط الإسكان بقطاعاته المختلفة، كما تناولت المحاضرة في نهايتها بحث السياسات الاقتصادية والاجتماعية النابعة من "حقائق الوضع الراهن" والمؤثرة بشكل أو بآخر على تواجد مشكلة الإسكان بمصر، وعلى تخطيط وتنمية إقليم القاهرة الكبرى، الذي يُعد أكبر تجمع حضري في مصر والقارة الإفريقية والشرق الأوسط. وقد أعطي المخطط الهيكلي الذي تم إعداده في عام ١٩٨٣م لإقليم القاهرة الكبرى حلاً بعيد المدى لمشاكل التنمية العمرانية بالإقليم.

١- الإشكالية العمرانية:

تأثرت البيئة والنسيج العمراني بالقاهرة الكبرى تأثراً بالغاً بسبب النمو السكاني والنمو العمراني، كما هو موضح بالشكل رقم (١)، ويمكن وصف النمو العمراني بإقليم القاهرة الكبرى خلال الثلاثين عاماً الماضية بانه في ثلاثة اتجاهات ، أولها الإمتداد الأفقي خارج حدود الكتلة العمرانية على كل من الأراضي الزراعية والصحراوية المحيطة، وثانيها الامتداد الرأسي حيث تم زيادة عدد الأدوار بالمبانى القائمة، وثالثها زيادة الوحدات السكنية عن طريق بناء وحدات سكنية بالمناطق الفضاء داخل التقسيمات القديمة. ونتج عن ذلك زيادة الكثافة السكانية الإجمالية في الكتلة العمرانية لإقليم القاهرة الكبرى من ٢٧٥ شخص على الهكتار عام ١٩٤٨ إلى ٣٤٠ شخص على الهكتار عام ١٩٨٢م.

وقد أشارت العديد من البحوث والدراسات/١/إلى أن:

- إقليم القاهرة الكبرى سوف يظل يلعب دوراً رئيسياً كأبرز قطب جاذب للهياكل العمرانية والاقتصادية والإدارية في المستقبل القريب كنتيجة طبيعية للحجم العمراني والسكاني الكبير والإمكانيات المختلفة المتاحة به إلى جانب الخلفية التاريخية له.
- سوف يستمر الإقليم في جذب الهجرة إليه نتيجة لوجود المشروعات التنموية والاستثمارات الكبيرة به مالم يواكب الاهتمام به اهتمام مماثل بباقي جوانب الإقليم التخطيطية.
- تصل الزيادة السكانية السنوية للإقليم إلى حوالي ٣٥٠٠٠٠ نسمة وهو رقم ضخم يفوق الطاقة الاستيعابية المستهدفة لأي من المدن العمرانية المتوسطة (سواء قائمة أو جديدة).

- ينبغي توفير مساحة حوالي ١٠٥٠ هكتار لاستيعاب تلك الزيادة السكانية سنوياً.

- يجب النظر إلى الأراضي الزراعية المحيطة بالكتلة العمرانية للقاهرة التي فقد منها الكثير منذ عام ١٩٥٠م من الجوانب الآتية:

زحف الإمتداد العمراني المستمر والمتزايد على الأراضي الزراعية المحيطة بالكتلة العمرانية للقاهرة ملتهماً مايقرب من ٦٣٠ هكتار سنوياً، انتشار التنمية العشوائية ومستويات



شكل ١ - التجمعات العشوائية بالقاهرة الكبرى

الإسكان الدنيا حيث ضعف وسوء حالة الطرق والافتقار للمرافق والخدمات الأساسية وانتشار التلوث والمشاكل البيئية.

٢- أهداف التنمية العمرانية لإقليم القاهرة الكبرى:

أمام ماتقدم عرضه من مشكلات وتحديات واجهتها القاهرة الكبرى، فقد جاءت استراتيجية التنمية العمرانية للإقليم مستهدفة ثلاث جوانب رئيسية: الاتجاه بقوة نحو تعمير الصحراء وخاصة مناطق شرق القاهرة بعيداً عن الأراضي الزراعية، وتوفير نسيج عمراني متجانس داخل الكتلة العمرانية الرئيسية الحالية يعتمد على تعدد وتدرج مراكز الخدمة، والاعتماد على الطريق الدائري في تنظيم هيكل النقل والحركة مع منع المرور العابر من اختراق الكتلة العمرانية للإقليم. وعليه فإن مخطط إقليم القاهرة الكبرى قد حدد هدفين اجتماعيين رئيسيين يجب أن يحققهما تخطيط الإقليم في ضوء ماأفرزته السياسة القومية للتنمية الحضرية وهما: التنمية الاقتصادية، وتحسين البيئة المعيشية.

كما حدد إثنى عشر هدفاً يساهم كل منها في تحقيق أحد الهدفين الرئيسيين أو كليهما وهذه الأهداف هي:

١- حماية الأراضي الزراعية والحفاظ عليها. وفي هذا المجال قامت الدولة بفرض العديد من الإجراءات القانونية للحد من البناء على الأراضي الزراعية بالإضافة إلى ماأوصى به المخطط العام من ضرورة الإتجاه إلى الصحراء كمنفذ للنمو العمراني المنتظر.

٢- وضع الضوابط وإعادة النظر في اختيار مواقع الاستعمالات الصناعية وتوطينها في مناطق بعيدة عن المدينة واستخدامها كوسيلة لجذب النمو الإسكاني.

٣- تحسين نظام النقل الداخلي والعمل على تشجيع استعمال وسائل النقل الجماعية وهذا يوجه النظر إلى ضرورة أن يراعى في تخطيط التجمعات العمرانية الجديدة اعتماد سكانها بقدر الإمكان على الأنشطة الاقتصادية المتواجدة بها.

٤- توجيه الدراسات والأبحاث التي ترمي إلى ضرورة الاستخدام الأمثل والأقصى لمرافق البنية الأساسية الحالية وصيانتها والمحافظة عليها.

٥- اعتبار أن حماية التراث المعماري والتاريخي هو بالدرجة الأولى هدف قومي مع مراعاة ضرورة صيانة هذا التراث وحمايته من أي عبث به.

٦- الأخذ بنظرية اللامركزية لوضع حد للامتداد المتلاحم للكتلة العمرانية لإقليم القاهرة الكبرى وتوجيه النمو في إتجاه التجمعات العمرانية الجديدة.

٧- عدم السماح بالمزيد من التجمعات العشوائية والقضاء عليها تدريجياً عن طريق توفير مناطق الإسكان لذوي الدخل المتوسط والمحدود.

٨- إعادة النظر في مدى كفاءة وأداء الخدمات العامة والعمل على رفع مستواها بتنظيم الهيكل العمراني.

٩- إمداد مناطق الامتداد العمراني بشبكات البنية الأساسية وتوفير الاعتمادات المالية اللازمة لذلك مع ضرورة التوجيه للوصول إلى معدلات أقل في الاستهلاك.

١٠- وضع البرامج الزمنية اللازمة لتجديد الأحياء السكنية القديمة وصيانتها.

١١- وضع الضوابط القانونية وبرامج التوعية المستمرة التي تهدف إلى حماية نهر النيل من التلوث الناتج عن نفايات المصانع والمنازل مع ضرورة التوسع في إقامة محطات معالجة مياه الصرف الصحي ورفع كفاءتها.

١٢- ضرورة التحكم في مصادر تلوث الهواء سواء من ناتج المصانع أو الناتج عن غازات السيارات.

٣- المخطط الهيكلي وفكرة التجمعات الجديدة:

إن المخطط الهيكلي الذي جرى إعداده في عام ١٩٨٣م للقاهرة الكبرى وكما هو موضح بالشكل رقم (٢) يقدم حلاً بعيد المدى لمشاكل التنمية العمرانية بالإقليم بما تضمنه هذا المخطط من أسس أربعة:

١- **التنمية الشاملة:** تنمية الإقليم تنمية شاملة كوحدة متكاملة والمقصود بذلك التنمية المتزنة لحضر وريف

شكل ٢ - المخطط الهيكلي لإقليم القاهرة الكبرى : التجمعات الجديدة وعلاقتها بالقطاعات المتجانسة

الإقليم في إطار تتكامل فيه الأوجه الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية على السواء.

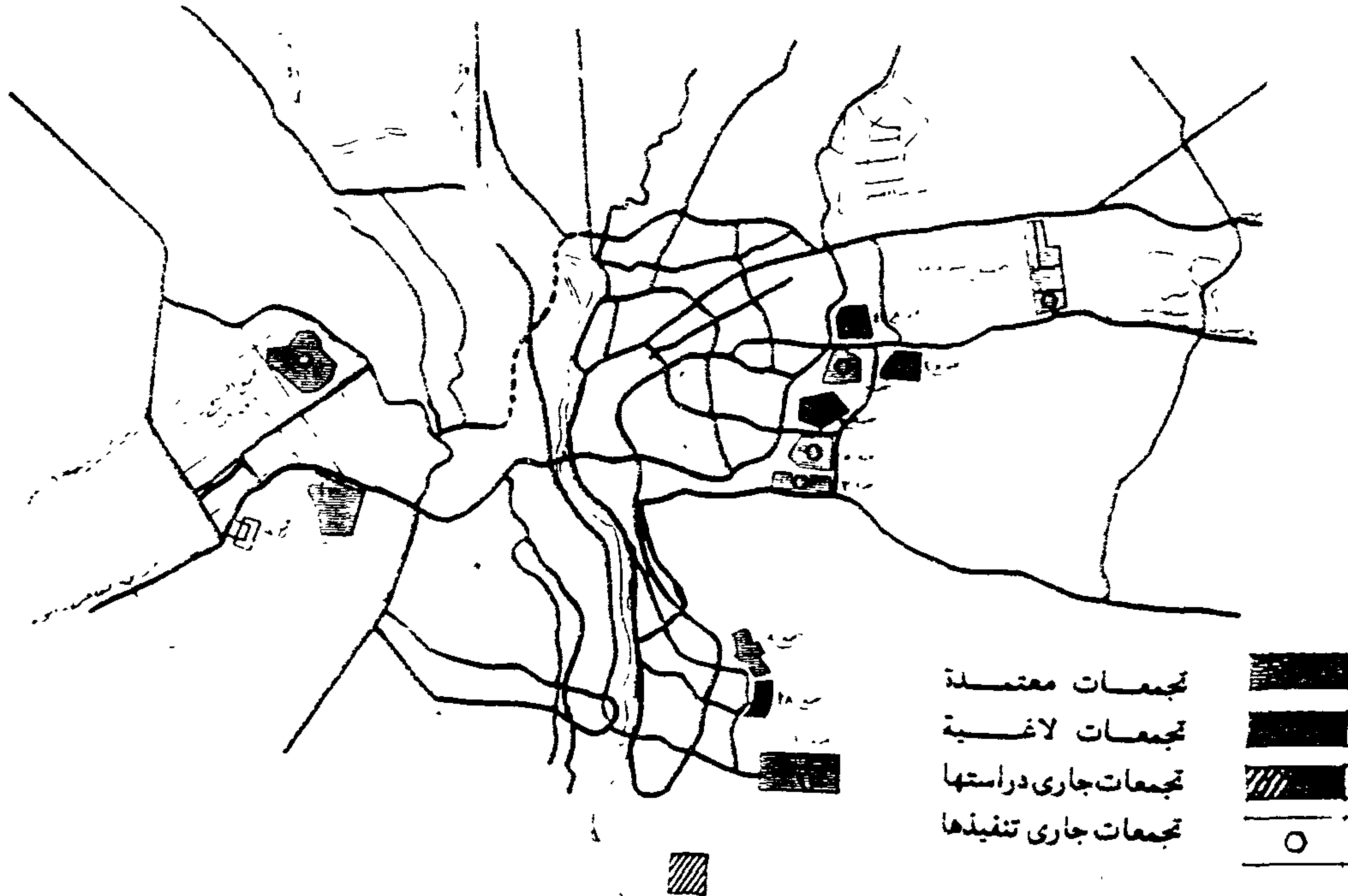
٢- **المدن الجديدة:** تخطيط عدة مدن جديدة حول القاهرة بدأ تنفيذ بعضها مثل مدينة ٦ أكتوبر و١٥ مايو والعبور وبدر، ويستهدف تخطيط تلك المدن تخفيف الضغط الواقع على إقليم القاهرة حيث يستهدف أن يستوعب كل منها نحو ٥٠٠ ألف نسمة.

٣- **التجمعات الجديدة:** تنمية عشرة تجمعات عمرانية جديدة بالأراضي الصحراوية خارج الطريق الدائري للقاهرة الكبرى ويتراوح التعداد المستهدف لكل منها مابين ٢٠٠ ألف نسمة و٢٥٠ ألف نسمة على أن يتم تنميتها خارج الكتلة العمرانية الحالية وعلى الأراضي الصحراوية بحيث تبعد عن الكتلة العمرانية بعداً كافياً يمنع التحامها مع ضمان إمكانية الحركة اليومية بينها وبين الكتلة العمرانية الحالية، كما يستهدف إنشاء التجمعات العشرة الجديدة تحقيق الأهداف الآتية:

- حماية الأراضي الزراعية بفاعلية عن طريق توفير المواقع المخططة البديلة.
- إبطاء وعرقلة حركة الامتداد العمراني العشوائي.
- توفير الأراضي العمرانية لمجابهة الطلب المتزايد عليها لغرض الإسكان والتنمية العمرانية.
- التمكين من خلخلة وإعادة تنظيم الكتل العمرانية الداخلية المتدهورة.

٤- **القطاعات المتجانسة:** تعد فكرة القطاعات المتجانسة من أهم دعائم خطة تنمية إقليم القاهرة الكبرى على المدى البعيد ويمكن تعريف القطاع المتجانس بانه مساحة عمرانية متكاملة ومستقلة تنظيمياً وعمرانياً حيث تشتمل على مقومات تنمية وخدمات لحوالي مليون إلى ٢ مليون نسمة مع توفير فرص عمل لمايقرب من ٨٠٪ من القوة العاملة داخل حدود كل قطاع تحقيقاً للامركزية كما سيأتي تفصيلاً.

ومنهج القطاعات المتجانسة يعتبر بذلك أداة للارتقاء بالنسيج العمراني الحالي من تقسيم الكتلة العمرانية الهائلة للمدينة الكبرى إلى عدد من المساحات المتكاملة التي يتم ربط كل منها وتكاملها مع أحد أو بعض التجمعات الجديدة حول



شكل ٣ - مواقع التجمعات الجديدة حول القاهرة الكبرى

الطريق الدائري -ويوضح الشكل رقم (٣) مواقع التجمعات العمرانية الجديدة حول القاهرة الكبرى.

٤- المعايير والمعدلات التخطيطية:

جاءت فكرة تخطيط التجمعات الجديدة حول القاهرة الكبرى على ضوء المعايير والمعدلات التخطيطية الآتية:

١- من المتفق عليه أن التجمعات العمرانية الجديدة ستكون "مجتمعات مكتفية ذاتياً" مثل المدن الجديدة ولكنها ستقام على أطراف التجمع السكاني للقاهرة الكبرى لكي يسهل ذلك من عملية نقل ديناميكيات التطوير الراهنة من الكتلة العمرانية الحالية إلى مكانها الجديد وتتشابه المعايير التخطيطية للتجمعات الجديدة المقترحة مع المدن الجديدة في:

أ - سيكون لكل منها قاعدة اقتصادية خاصة للحد من الحاجة إلى الانتقال خارج المجتمع.

ب - تستوعب كل منها الفئات الاجتماعية المختلفة التي تعتمد على بعضها البعض من أجل التوظف ومن ثم تتيح المناطق السكنية مستويات مختلفة.

جـ - سيتوفر فيها مستوى متماثل من الخدمات والمرافق العامة.

٢- أما المعايير الخاصة بالتجمعات الجديدة والتي تختلف عن المدن الجديدة فهي كالتالي:

سوف تعتمد التجمعات الجديدة في تطويرها على الاستثمار الخاص. لذلك فلقد كان من الضروري أن تكون قريبة من الكتلة العمرانية للقاهرة الكبرى ومناطق العمل بغرض جذب الاستثمارات الخاصة بعيداً عن العمران المتكدس بالقاهرة.

التأكيد على مبدأ الاكتفاء الذاتي باتخاذ أسلوب معالجة مياه الصرف الصحي كأحد الأمثلة وذلك بهدف:

- إلغاء تكاليف الإتصال بالشبكة القائمة.

- تفادي زيادة الأحمال على الشبكات القائمة.

- إمكانية عمل منطقة خضراء حول كل تجمع جديد بهدف حمايته من التيارات الهوائية بالصحراء وتوفير المناطق الترفيهية اللازمة لمجتمع يستوعب حوالي ٢٠٠٠٠٠ نسمة.

٣- يشكل تحديد معدلات تخطيط التجمعات السكنية العنصر الأساسي في مشروعات التجمعات العمرانية الجديدة حيث أن هذه المشروعات يجب أن تعتمد أساساً على القوى الاقتصادية الطبيعية القائمة فعلاً. ويمكن تحديد المعدلات العمرانية في الآتي:

أ- عدد السكان: حدد العدد المستهدف من السكان لكل تجمع مع التجمعات السكنية بحوالي من ، ٢٠٠،٠٠٠ إلى ٣٠٠،٠٠٠ نسمة مما يجعلها في مصاف المدن الرئيسية في الأقاليم على أن يكون لها قدر مناسب من الاستقلال:

ب- النوعيات السكانية المستهدفة: تم تحديد فئتين رئيسيتين لساكني التجمعات الجديدة:

- الأسر ذات الدخل المنخفض إلى المتوسط وتمثل حوالي ٧٠٪ من السكان.

- والأسر ذات الدخل المتوسط إلى المرتفع وتمثل ٣٠٪ من السكان.

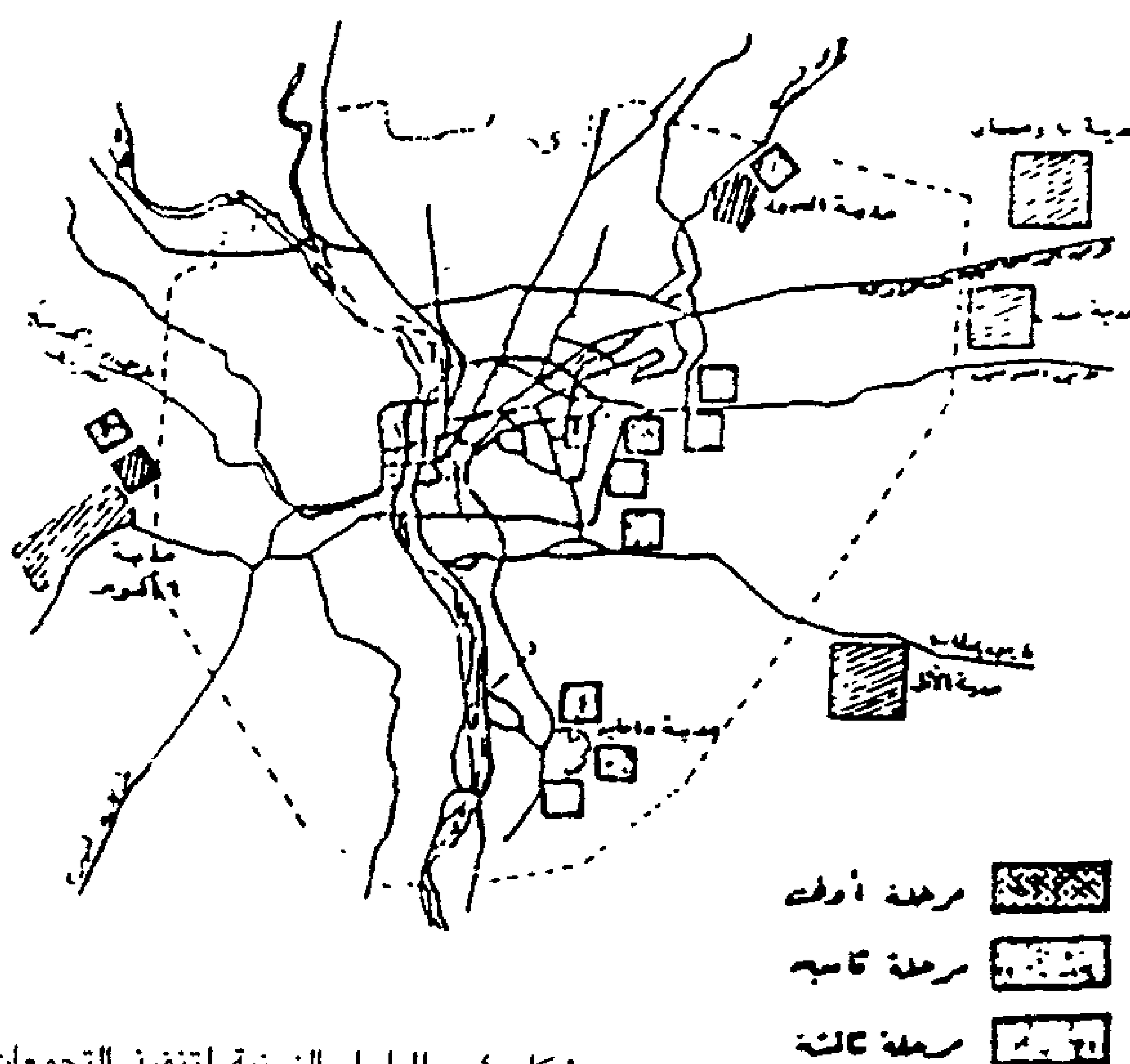
ويجب أن نوجه النظر إلى أن هذه النسب يمكن أن تتغير مستقبلاً طبقاً لموقع كل تجمع من التجمعات الجديدة حسب الحالة الاقتصادية العامة لمناطق القاهرة الكبرى المختلفة.

٥- مفهوم المخطط الإرشادي لبرنامج تنفيذ القطاعات المتجانسة:

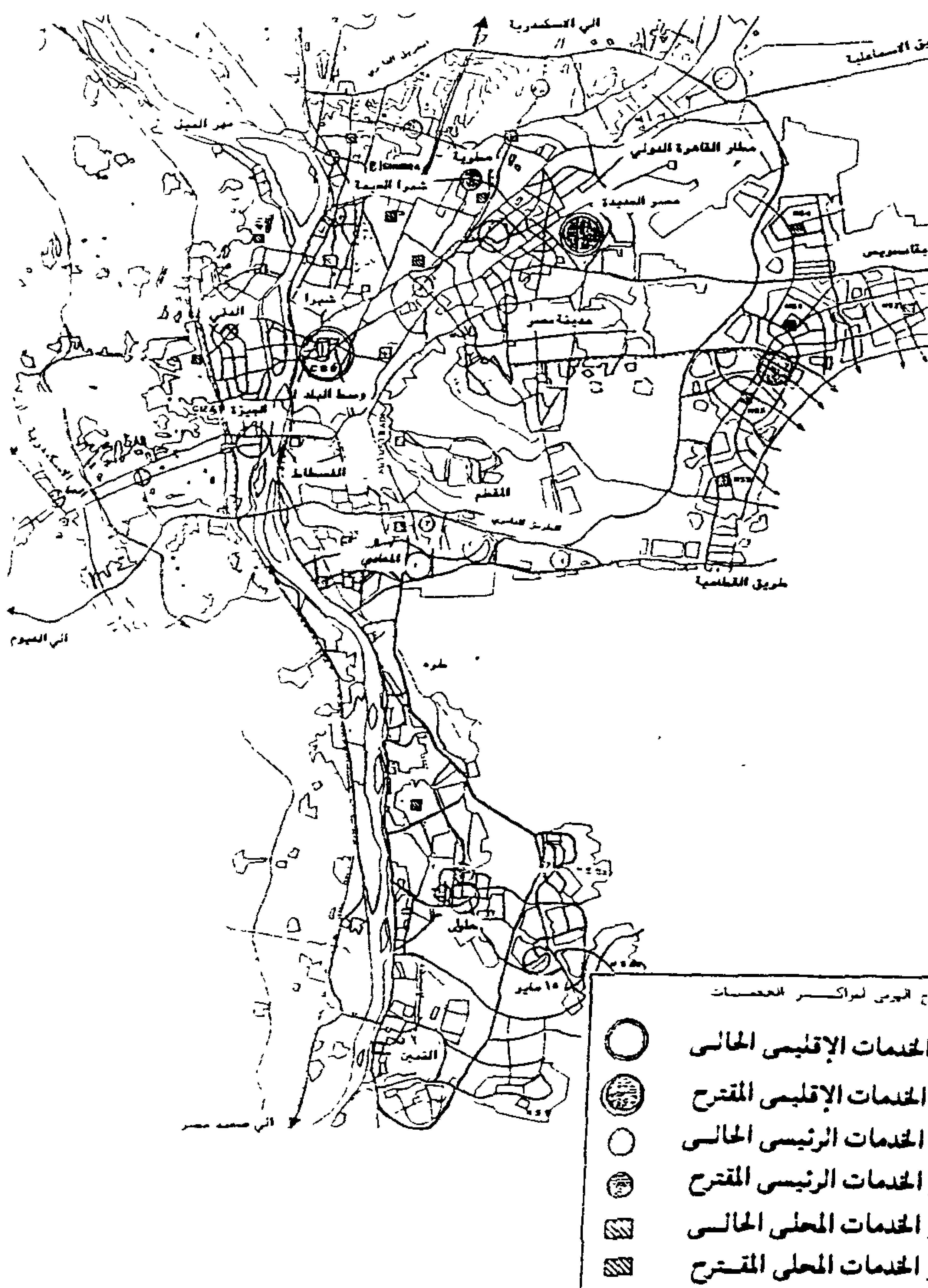
في إطار الاستراتيجية التي بني على أساسها المخطط الهيكلي لإقليم القاهرة الكبرى، تم تقسيم الكتلة العمرانية والمواقع الصحراوية والزراعية المتاخمة لها بالأقاليم إلى ستة عشر قطاعاً متجانسا حيث أمكن من خلال ذلك تحديد المشاكل والتعرف على مقومات التنمية الكامنة بكل قطاع ووضع خطة عامة للتنمية به، تحقيقاً لخلخلته ولخفض الكثافات السكانية ولتحسين الخدمات والظروف البيئية والمعيشية للسكان. غير أن بعض هذه القطاعات المتجانسة وهي أرقام ١٣،١٤،١٥،١٦ تم تناولها باعتبارها قطاعات مرجو حمايتها من زحف العمران عليها في ضوء وظائفها الزراعية أو الأثرية داخل الإقليم. وبالنسبة لباقي القطاعات فهي إما

المرنامج الزمنى المقترح للتجمعات العمرانية الجديدة

التجمعات	مدى قصير	مدى متوسط	مدى طويل	المجموع
التجمع رقم (١)	*			
التجمع رقم (٢)		*		
التجمع رقم (٣)		*		
التجمع رقم (٤)			*	
التجمع رقم (٥)		*		
التجمع رقم (٦)			*	
التجمع رقم (٧)	*			
التجمع رقم (٨أ)، (٨ب)		*		
التجمع رقم (٩)			*	
التجمع رقم (١٠)			*	
المجموع	٢	٤	٤	١٠



شكل ٤ المراحل الزمنية لتنفيذ التجمعات الجديدة



شكل ٥ - التدرج الهرمى لمراكز الخدمات المخطط الإرشادى لبرنامج تنفيذ القطاعات المتجانسة .

ماهولة كلياً أو جزئياً كالقطاعات المتجانسة أرقام ١ إلى ٨ وإماً غير ماهولة (وقت إعداد المخطط الهيكلي) كالقطاعات المتجانسة أرقام ٩،١٠،١١،١٢ موصى بأن تستوعب قدراً من الزيادات السكانية المنتظرة حتى سنة الهدف (عام ٢٠٠٠).

ومن ثم جرى إعداد مخطط إرشادي لبرنامج تنفيذ القطاعات المتجانسة يعطي تصوراً لدور كافة تلك القطاعات في إطار المخطط الهيكلي للإقليم على نحو مبسط يمكن الأجهزة المحلية من القيام بدورها في إدارة التنمية العمرانية بشكل مرشد، ومن ثم فقد اشتمل المخطط الإرشادي لبرنامج تنفيذ القطاعات المتجانسة على عرض للحدود الطبيعية المكونة لمحيط كل قطاع واتجاهات وانماط النمو والأنشطة به، وانتهاءً بوضع استراتيجية تتم على مراحل تنفيذ التجمعات الجديدة وكما هو موضح بالشكل رقم (٤)، وتعني بمجالين رئيسيين على النحو التالي:

- التدرج الهرمي لمراكز الخدمة على مستوى الإقليم عامة وداخل كل قطاع على وجه الخصوص مايحقق سياسة لامركزية الأنشطة والخدمات. ويوضح الشكل رقم (٥) التدرج الهرمي لمراكز الخدمات.

تنظيم واستكمال شبكات الطرق الإقليمية والمحلية بمايخدم أغراض الحركة بين مختلف القطاعات المتجانسة واتصالها بالطريق الدائري والطرق الإقليمية.

الأسئلة والأجوبة التي أثيرت في الندوة:

وفيما يلي الأسئلة والأجوبة التي أثيرت خلال الندوة والتي تعتبر في حد ذاتها الخلاصة وأهم التوصيات التي تهدف إلى الحد من المشكلة والتغلب على بعض الصعوبات:

السؤال الأول

هل هناك "حتمية" لإنشاء مجتمعات عمرانية جديدة خارج المدن القائمة؟

الإجابة:

تعاني مصر من مشاكل كثيرة في المجالات الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية وعلى رأسها تزايد السكان بمعدلات عالية وتركيزهم في مساحة قدرها ٣٦،٠٠٠كم٢ (تمثل ٤٪ من إجمالي مساحة مصر) بكثافة تصل في هذه المساحة الماهولة بالسكان إلى حوالي ١٠٠٠ نسمة/كم٢، وتعتبر هذه الكثافة أعلى كثافة سكانية في العالم، ويحدث هذا التركيز بينما باقي مساحة مصر خالية من السكان تكثر فيها الثروات الطبيعية "غير المستغلة" المعدنية والبترولية، والأراضي القابلة للاستصلاح، والإمكانية الواسعة لإقامة الصناعات الزراعية والسمكية، بجانب المناطق الأثرية والسياحية... ويحتاج الأمر إلى:

١- ضرورة "خلق" مناطق تنمية جديدة خارج وادي النيل ودلتاه، حيث أن الوادي أصبح لايتحمل لأكثر من ٤٥ مليون نسمة/٢/، في حين أن عدد سكان مصر سيصل إلى ٦٦ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ (كتقدير متوسط)- اى بزيادة قدرها ٢١ مليون نسمة، وهذا الفائض يمكن توزيعه على مناطق التنمية الرئيسية- المجاورة في شبه جزيرة سيناء، على ساحل البحر الأحمر، على الساحل الشمالي الغربي، في الوادي الجديد، وعلى شواطىء بحيرة السد العالي- على أن يكون ذلك في إطار تخطيط قومي شامل يرسم السياسة العامة لمصر لإعادة توزيع السكان على أقاليم الدولة المختلفة، حسب الثروات الطبيعية والإمكانيات الاقتصادية المتاحة لكل إقليم.

٢- وفي إطار إعادة توزيع السكان على أقاليم الدولة المختلفة، يظهر حتمية إنشاء مجتمعات عمرانية جديدة "بمناطق التنمية" -السابق ذكرها- وعلى أن يقوم كل مجتمع جديد على قاعدة اقتصادية، وأن يكون توزيع هذه التجمعات طبقاً "لسياسة التدرج الهرمي": عواصم ومدن رئيسية - مدن مراكز رئيسية وفرعية- مستوطنات وقرى خدمات، وعلى أن يراعى في كل مجتمع عمراني جديد أن تكون له "وظيفة محددة".

السؤال الثاني:

كيف يمكن التغلب على مشاكل تركيز السكان في وادي النيل؟

الإجابة:

لم تتوقف مشكلة تركيز السكان على وادي النيل ودلتاه.

بل يوجد تركيز أشد بالقاهرة والإسكندرية وبعض المدن الأخرى. نتيجة للزيادة الطبيعية لسكانها ولاشتداد حركة الهجرة من المناطق الريفية، بحثاً وراء فرص للعمل ومستوى معيشة أفضل، وقد ترتب على هذا الوضع (بالإضافة إلى تراكم المشاكل القديمة) "خلق مشاكل جديدة": إرتفاع أسعار الأرض لاسيما في قلب هذه المدن - نقص الإسكان بشكل حاد- انتشار الأحياء المتخلفة- تدهور حالة الأحياء عالية المستوى -قصور في المرافق والخدمات العامة -مشاكل تلوث الهواء والماء وانتشار الضوضاء - انخفاض المستوى الجمالي والذوق العام -تدهور المستويات الاقتصادية والاجتماعية- وغيرها،... ولمواجهة هذه المشاكل يوصي باتخاذ الآتي:

١- تنمية القرية المصرية بهدف الحد من هجرة سكانها إلى مراكز الحضر، من خلال تنمية الصناعات الريفية والحرفية والبيئية التي تمتاز بقدرتها على امتصاص أعداد كبيرة من العمالة غير عالية المهارة وفي نفس الوقت تتطلب توافر مقدار "ضئيل" من رأس المال، وكذا توفير الخدمات العامة وتهذيب الكتلة السكنية.

٢- إعادة تخطيط المدن المصرية، وتحديد حجم السكان الذي يمكن أن تستوعبه كل مدينة، على أساس توفير قاعدة اقتصادية بها من خلال إقامة المشروعات الصناعية واستغلال الموارد المحلية، وتحديد إمكانيات النمو العمراني الذي يجب أن يتم - كلما أمكن ذلك- في إتجاه الصحراوات المصرية بعيداً عن الرقعة الزراعية.

٣- إتخاذ بعض "القرارات العاجلة" تخص المدينة الأم، مثل: وقف التركيز الصناعي، إعادة توزيع الخدمات العامة "الكبرى" بها على أقاليم الدولة المختلفة، "الجدية" في تطبيق نظام الحكم المحلي بعدم تمركز الإدارات التي لا لزوم لوجودها في القاهرة، نقل بعض من مقار الجهاز الإداري إلى خارج الإقليم.

٤- نؤكد على ضرورة: إعادة بناء وترميم "المباني الأثرية" الآيلة للسقوط على أسس معمارية - "خلخلة المباني" واستخدام المساحات بالأحياء التي تخلو في إقامة الحدائق والمنتزهات - السماح بهدم المباني ذات الدور الواحد أو غير المستغلة للسكن من دكاكين أو مخازن أو عشش وإعادة بنائها في حدود القانون والبدء فوراً في وضع التشريعات اللازمة للاستفادة منها، على أن يتخللها "مناطق خضراء ومفتوحة وترفيهية"-إقامة حزام أخضر حول تجمعات الإسكان الاقتصادي القائمة (عين الصيرة/ زينهم/...) وإعادة تنسيق مواقعها مع مراعاة الاستعمالات المجاورة- ضرورة أن تقتصر عمليات إنشاء المساكن الجديدة على بعض الأجزاء التي لم تعمر بعد في المناطق الصحراوية وفي إطار التخطيط العام للمدينة.

٥- تجديد الأحياء، بانواعه المختلفة: القديم "المتهالك" أو الجديد "العشوائي" أو الأحياء "عالية المستوى" التي يخشى أن تتسرب إليها وسائل التدهور، ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنفيذ برنامج تخطيطي يهدف إلى تحديد كل نوع:

الأول: (Slum Clearance) ، ويهدف لإزالة وإعادة تعمير تلك الأحياء التي تضم مباني سكنية الغالبية العظمى منها آيل للسقوط، ويلزم هذا وضع دراسات وبرامج "تخطيطية" و"مالية" و"إدارية" لهذه الأحياء، مع إعداد برامج أخرى لإعادة توطين السكان (الذين ستزال مساكنهم)/٣/ ، بجانب برامج للمشاركة الشعبية، على أن يتم كل ذلك في إطار التخطيط العام للمدينة.

الثاني: (Rehabilitation: Up-grading) ، يخص تحديد أحياء جديدة " عشوائية" لاتتطلب إزالة كاملة، ولكنها في حاجة إلى رفع مستواها العمراني من خلال التحسين ورفع الكفاية للخدمات والمرافق العامة وتهذيب بعض الشوارع بهذه الأحياء، وتقديم المساعدات المالية والفنية للسكان بهدف إصلاح مساكنهم وكذلك مداومة صيانتها من خلال تشجيعهم وتدريبهم على القيام بهذه المهام.

الثالث: (Conservation)، ويهدف للحفاظ على الأحياء التاريخية والجديدة التي كان الغرض من إنشائها أن تكون واجهة حضارية للعاصمة (جاردن سيتى-الزمالك-الدقي- المهندسين-مصر الجديدة) والثابت أن هذه الأحياء قد خططت -أصلاً- على أساس مستويات سكنية عالية وكثافات منخفضة، ولاشك أن الحفاظ على طابع هذه الأحياء والحفاظ على التخطيط الأصلي لها سيحد من تدهور مستوياتها السكنية - الذي يتم في الحاضر (بناء الأحواش

وتجاوز الارتفاعات مثلاً) - وهذا لن يتاتى إلاّ من خلال "الجدية" في تنفيذ الاشتراطات التخطيطية التي نشأت على أساسها هذه الأحياء، مع ضرورة الالتزام بنسب معينة، للحدائق، السيارات، المساحات والكتل البنائية.

السؤال الثالث:

لماذا لم تقضِ مشروعات الإسكان العام على المشكلة السكانية في مصر؟

الإجابة:

مشروعات الإسكان العام، تقام على أراضي داخل المدن أو على أطرافها غالباً ماتكون هذه الأراضي غير مناسبة بالنسبة للاستعمالات المجاورة (Spot-zoning) أو بالنسبة لصلاحية التربة (الدويقة/البركة)، كما أن النماذج السكنية المستخدمة محدودة للغاية (١-٣ نموذج) لاتتلاءم مع طبيعة وعادات السكان المتنوعة، وكذلك الحال في تخطيط مواقع الخدمات العامة، فهي مجمعة في مركز التجمع السكني وليست "متناثرة" داخل هياكل المباني السكنية، مع استخدام معايير ومعدلات تخطيطية كبيرة غير ضرورية بالنسبة للمسارات والأرض الفضاء غير المحددة، مع ضعف إمكانيات المحافظة للإشراف وصيانة تشغيل المرافق في هذه المشروعات -والخوف من أنها تصبح أحياء متخلفة... ويحتاج الأمر إلى:

١- ضرورة أن يكون اختيار الواقع مستقبلاً في إطار التخطيط العام للمدن.

٢- تعدد النماذج السكنية وطرق تجميعها بمايلائم عادات وتقاليد السكان وطبيعة نشاطهم، وكذا التعرف على النماذج السكنية في المجتمعات العشوائية وتطويرها، للاستفادة منها وتطبيقها في مشروعات أخرى، وأن تكون "المسارات" في أضيق الحدود التي تفي بالاحتياجات الوظيفية للسكان مع توفير بعض ممرات المشاه المظللة مع سهولة الوصول لمواقع السكن والأسواق والحدائق، ويجب إعادة النظر في فكرة تخطيط مواقع المحلات التجارية في منطقة مركزة بهدف انتشارها في داخل الكتل السكنية لتصبح في متناول أيدى السكان، كما يجب دراسة "الرؤيا البصرية" داخل تجمعات الإسكان العام (الكتلة/المقياس/النمط/الوحدة/التنوع الشخصية).

٣- تشكيل هيئة أو إتحاد سكان يشرف على صيانة الأرض الفضاء المحصورة بين كتل المباني، وفرض رسم على سكان المنطقة لتغطية تكاليف الإشراف.

السؤال الرابع:

لماذا لم تنجح حتى الآن المجتمعات العمرانية الجديدة في تحقيق الهدف المراد من إنشائها؟

الإجابة:

مشكلة المجتمعات العمرانية الجديدة، تكمن في أنها "تبدأ بحجم سكان كبير" يقوم على أساس: كثافات منخفضة - توجيه للسيارة- معدلات حضارية لاستعمالات الفرد كبيرة (١٣٢ متراً مربعاً في مدينة العاشر من رمضان مثلاً)، ويترتب على ذلك "معوقات" تحد من تنمية هذه المجتمعات أهمها التكلفة المالية التي لاتتحملها موارد الدولة، بجانب استخدام نماذج سكنية محدودة للغاية، وبارتفاع موحد (٥ أدوار) وتكرارها "برتابة" ولاتخضع في أنماطها التخطيطية والتصميمية إلى الاعتبارات البيئية والإنسانية، وهي "عيوب" سبق إتباعها في مشروعات الإسكان العام بالمدن القائمة... ويوصي بالآتي:

١- من الضروري أن تبدأ المدن الجديدة ببعض الأنشطة الإنتاجية الديناميكية وهي عادة أنشطة زراعية/ صناعية. بحيث يكون النشاط الغالب على هذه المدن ليس النشاط العمراني ولكن النشاط الإنتاجي/٤/ الذى ينمو نمواً طبيعياً يواكبه النمو العمراني المناسب والملائم للبيئة الجديدة -وفي هذه الحالة تصبح هذه المدن في آن واحد مركز للجذب السكاني ومصدراً مهماً من مصادر الإنتاج.

٢- يجب أن تقوم أمثال هذه المدن مستقبلاً على متطلبات أساسية: ملاءمة التكاليف في الموقع - اندماج في التخطيط، مع ضرورة الحد من المسطحات الضخمة غير المستغلة والممثلة في المسطحات الفضاء والمسارات بهدف الحد من التكلفة ومصاريف التشغيل والصيانة، وفي

نفس الوقت، فالأساليب والأنماط التخطيطية "التقليدية" للمشاه يجب أن تحترم وأن يشجع على الأخذ بمفهومها في المشروعات الجديدة.

٣- يجب أن يتمشى شكل "المدينة الصحراوية" مع التكيف مع الظروف المناخية والبيئية ومن هذا المفهوم يجب أن تنبع معايير التصميم العمراني لهذه المدن من: تشجيع المسقط المنفتح للداخل- تكتل المباني السكنية- التوجيه للرياح السائدة- فرق واضح بين "انفتاح" طريق السيارات وبين "ضيق" ممرات المشاه المظللة، مع ضرورة الأخذ في الاعتبار -عند وضع تصورات الشكل العام وكذلك الأنماط التصميمية والتخطيطية للشوارع والبلوكات السكنية -الآثار المترتبة على هبوب العواصف ومايصاحبها (عادة) من كسح الرمال التي تنقلها الرياح الصحراوية وآثاره المدمرة والأمثلة كثيرة على خطورة هذا الوضع/٥/.

٤- ضرورة الارتباط العضوي الوثيق بين المعايير التخطيطية والمعمارية للإسكان في المدن الجديدة ومايلزمها من عمليات للتصميم العمراني المشكل لعناصر الإسكان في الفراغ.

السؤال الخامس:

هل يمكن للدولة طرح وحدات سكنية أفضل من حيث تصميماتها عماً يقدمه القطاع الخاص؟

الإجابة:

الواضح، أن مساحة الوحدة السكنية في معظم مشروعات الإسكان العام في الفترة الماضية صغيرة جداً، تتراوح مابين ٤٥-٥٠م٢ في المستوى الاقتصادي، ٧٠-٨٠ م٢ في المستوى المتوسط... "بحجة" خفض تكاليف المسكن... ويمكن القول، بأن ضغط التكلفة يتأتى من حاصل ضرب عاملين أساسيين، هما: "المساحة × تكاليف المتر المسطح"... وفي ضوء ذلك يوصى بالآتي:

١- يجب أن يوقف الإتجاه نحو التضييق المستمر للمساحات السكنية، وأن يراعى في التصميم المعايير الأساسية لوضع حلول الإسكان الملائمة: احتياجات الأسر بمتطلباتها الإنسانية والنفسية في إطار من "التوظيف الأمثل" للاحتياجات المادية مع "التكيف الواعي" لقوانين البيئة الطبيعية و"الاستخدام المتطور" للتكنولوجيا في ظل نظم بناء مبسطة/٦/ مع دراسة السبل لكيفية خفض تكلفة المتر المسطح.

٢- اليوم، وفي ظل الصعوبات الاقتصادية لايمكن توفير منزلاً منفرداً -الذي يتوسطه فناء داخلي وتلتف من حوله غرف وخدمات السكن- لكل أسرة، ولكن يمكن مثلاً تجميع الوحدات السكنية ذات ثلاثة أدوار تلتف حول المواقع المنسقة المشتركة في أفنيته المجاورة في الثلاث أدوار- وبهذه الطريقة يمكن أن يترجم مبدأ السكن التقليدي داخل المجاورة.

٣- مرونة التصميم أمر ضروري يجب توافره في مسكن المستقبل كي يستوعب حجم الأسرة، والتي يجب أن تشمل "مرونة الحجم" أي إمكانية زيادة أو نقص حجم المسكن ذاته سواء بضم حجرة من مسكن مجاور أو بناء حجرات إضافية- كما يجب أن توفر تصميمات النماذج "مرونة الاستعمال" أي سهولة تغيير الاستعمال الداخلي للغرف أو تقسيم المسكن لأكثر من جناح سكني، طبقاً لتغير حجم الأسرة وطبقاً لحالتها الاجتماعية واحتياجاتها الاقتصادية.

٤- لابد أن توجه الأفكار والمفاهيم العامة لإيجاد تصميمات متنوعة لمجموعات المساكن وأساليب ترتيبها تراعي: النطاق الصحراوي -تقليل كمية الحرارة- مسالك التهوية- التوجيه الأمثل- الملامح الحضارية والاجتماعية- التأثيرات النفسية للمستوطنين الجدد- التخضير- المجال البصري للإنسان وتنظيم الفراغ- تنسيق المواقع. وعلى أن يضع في الاعتبار خلال إعداد التصميمات المعمارية، توفير معدلات منخفضة للإسكان "نسبياً" تنبع من البيانات الأساسية للدراسات السكانية وتشمل: الفئات - التكوين الأسري- العادات والتقاليد- الاحتياجات الوظيفية لمختلف الطبقات، المحافظة على التوازن بين توفير الاحتياجات المادية والمتطلبات النفسية داخل تلك المجتمعات الصحراوية تستدعي المحافظة على القيم الحضارية الأصلية وبمايتناسب مع التقدم الصناعي

والتحول الاجتماعي داخل المجتمع وهذا بهدف "إيجاد الشعور بالانتماء" بين المستوطنين الجدد القادمين من الوادي، ولتأكيد هذا الانتماء- أيضاً- يجب إظهار الحدود الطبيعية لكل مجاورة أو وحدة حضرية أو حي متكامل، كما يجب أن يعكس التصميم خصائص طبيعية الموقع المحلية: التنوع في تضاريس الموقع -السكان- الشكل المعماري- الأنشطة المهنية التي يوفرها المجتمع.

٥- ومن الضروري، أن تقوم مجتمعات الإسكان في المستقبل على أساس نظام التعاون الكامل في عمليات بناء المساكن طبقاً لخطة موضوعة مسبقاً: تدريب المستوطنين الجدد (خاصة من ذوي الدخل المحدود) على كافة أعمال البناء -توفير تصميمات ونظم إنشائية "مبسطة"- استخدام مواد البناء المحلية المتوفرة في البيئة/٧/.

السؤال السادس:

كيف يمكن التغلب على مشكلة الطلب على الإسكان في المستقبل؟

الإجابة:

مشكلة الطلب على الإسكان "تتلخص في ضرورة توفير ٤٫٣٩٢ مليون وحدة إسكان حضري/٨/ خلال الفترة من ١٩٨١-٢٠٠٠م، ويتمثل هذا الطلب في سد: العجز المالي (١٫٧ مليون وحدة) + مطالب الإحلال (٠٫٢١١ مليون وحدة) للمساكن الآيلة للسقوط والمساكن غير الملائمة للمعيشة الإنسانية + احتياجات المستقبل (٢٫٤٨١ مليون وحدة) خلال السنوات القليلة القادمة وحتى نهاية هذا العصر. وتزداد المشكلة تعقيداً إذا تبين أن الاحتياج من الأرض العمرانية لسد العجز الحالي فقط في وحدات الإسكان يبلغ ٢٧٫١١٥ هكتار (٦٧٫٠٠٠ فدان) يتوافر منها فقط ٧٫٤٠٦ هكتار/٩/ (٨٫٣٠٠ فدان) ... ولمواجهة المشكلة بصورة شاملة، يحتاج الأمر:

١- ضرورة إجراء حصر شامل للأراضي الصالحة للبناء بمناطق الحضر المختلفة، وتحديد مناطق "الامتداد العمراني" الناتجة عن تخطيط المدن والاتجاه نحو الأراضي الصحراوية كلما أمكن ذلك، مع مراعاة عدم تملك "أراضي الحكومة" واتباع سياسة التأجير على آجال طويلة ومنح حق الانتفاع بالأرض في حالة البناء عليها، وكذلك تحريم إعادة بيع الأراضي المشتراه من الحكومة أو وحدات الحكم المحلي أو الهيئات العامة إلاّ إذا تم البناء عليها.

٢- إجراء "مسح شامل" لتحديد مواقع مواد البناء وكمياتها في أقاليم مصر المختلفة، بجانب التوسع في إنتاج مواد البناء الأساسية (خصوصاً الحديد والأسمنت) حتى يصل الإنتاج المحلي المتاح إلى درجة الاكتفاء الذاتي، مع التوسع في صناعة الطوب البديل للطوب الأحمر (مثل: الطوب الطفلي/الرملي/الأسمنتي/الجيري/الركام الخفيف)، مع ضرورة استحداث مواد بناء اقتصادية مثل: العناصر الانشائية كالكمرات والأسقف- القواطيع الخارجية والداخلية بجانب إدخال نظام ضبط الجودة.

٣- تأسيس نظام متطور ومتكامل لتعليم وتدريب العاملين في مجال البناء، بمستوياتهم المختلفة سواء الفنيين أو العمال أو الحرفيين، وتطوير التعليم الفني العام بحيث تضم مناهجه أساليب التشييد المتطورة والأجهزة والمعدات المستحدثة في البناء، هذا بجانب التوسع في إنشاء معاهد الصناعات المعمارية التي تقوم بتخريج الفنيين والمساعدين والعمال، وكذلك التوسع في إنشاء مراكز التدريب التابعة لوزارة التعمير وتشجيع شركات المقاولات الكبرى على إنشاء مراكز تدريب تابعة لها.

٤- منح التسهيلات المناسبة "للحث" على إنشاء شركات متخصصة لأجهزة ومعدات البناء الحديثة، التي تقوم باستيرادها وتوفيرها وبتاجيرها وتشغيلها، وعلى أن يلازم ذلك إدخال مراكز صيانة، ووضع شروط الاستخدام الأمثل لهذه المعدات -خاصة اشتراطات الأمان للعاملين عليها- وكذلك تشجيع التصنيع المحلي لبعض هذه الأجهزة.

السؤال السابع:

ماهي المساعدات التي يمكن أن تقدمها الدولة للسكان محدودي الدخل حتى يمكنهم المساهمة في حل المشكلة السكانية في مصر؟

الإجابة:

الواضح، أن الغالبية من سكان الحضر بمصر من الطبقة ذات الدخل المحدود التي لايتحمل دخلها قيمة الإيجار أو قسط التمليك، حيث أن أقل تكلفة للوحدات السكنية الحالية والمشيدة من قبل الحكومة تدور حول ١٠ آلاف جنيهاً (طبقاً لأسعار ١٩٩٣م) وهذا الرقم بعيداً عن "قدرة" و"تناول" ٧٦٪ من السكان الحضريين... ولهذا، فيجب العمل فوراً على تقديم المساعدات في صورها المختلفة لدعم الإسكان الاقتصادي من خلال:

١- إنشاء شركات مقاولات متخصصة بمشروعات الإسكان الاقتصادي تحاسب بمقدار الإنجاز وليس بالربح المحقق.

٢- تخصيص الدعم المناسب عن طريق: منح قروض بفوائد ميسرة وعلى أقساط طويلة الأجل - توفير أراضي البناء المزودة بالمرافق بأسعار اقتصادية رخيصة - منح التصميمات المعمارية والرسومات التنفيذية بدون مقابل -إدخال الأفكار التصميمية والتنفيذية الجديدة، مثل بناء وحدة سكنية تتحمل أساساتها بناء عدة طوابق سكنية مستقلة، أو الأخذ بأسلوب الإسكان النواه الذي يوفر الوحدات الجزئية، أو غيرها من الحلول الإسكانية التي تسمح بالسرعة لإنتاج أكبر كمية من الوحدات السكنية في أقل فترة زمنية ويستكمل بناؤها بجهود الأسر الذاتية (وهذا مشروط بتبني آراء وتطلعات طبقة عريضة من السكان بهدف توفير حلول إسكانية تتفق مع رغباتهم وأنماط معيشتهم/١٠/ - تشجيع وتنمية فكرة المشاركة الذاتية والجماعية "للمستفيدين" في البناء وإدارة المشروع بعد التنفيذ.

السؤال الثامن:

أيهما أكثر فاعلية في توفير الوحدات السكنية القطاع العام أم الخاص؟

الإجابة:

لم توضع استثمارات كافية لحاجة الإسكان بالنسبة للاستثمار القومي، طوال الفترة الماضية التي تولت فيها الدولة مسئولية الإسكان، فمعدل الاستثمار في الإسكان: في الفترة ١٩٦٠-١٩٧٢م (٥ر٨٪) -في الفترة ١٩٧٣-١٩٧٦م (١١٪)- في الفترة ١٩٧٧-١٩٨٢/٨١م (١ر١٠٪)، بينما معدل الاستثمار في الإسكان الذي تخصصه الدول النامية يبلغ ٢٠٪ من إجمالي الاستثمارات/١١/، وإذا قارنّا تلك المعدلات بالمعدل الذي سبق أن تحقق في مصر خلال الفترة (١٩٥٢-١٩٦٠) - حينما كان "للإسكان أولوية كبرى"، نجد أن الأخير قد بلغ ٢ر٢٨٪/١٢/، علماً بأن معدل الاستثمار المستهدف في الخطة الخمسية الجديدة (٨٢/٨٣-١٩٨٧/٨٦م) يبلغ ٢ر١٣٪ -أي أن معدل "الخمسينات" يبلغ أكثر من ضعف المعدل المستهدف. ولهذا جاءت معدلات التشييد في ذات الخطة لاتتناسب مع حجم الهدف المطلوب تحقيقه (١٦٠ ألف وحدة/في السنة/١٣/ في حين المطلوب ٢٢٠ ألف وحدة/ السنة)... وللتغلب على هذه الصعوبات، يوصي أن يتجه دور الحكومة إلى:

١- إعطاء الإسكان "أولوية" في الاستثمارات.

٢- المهمة الرئيسية للحكومة يجب أن توجه إلى توفير أراضي مخططة، وأن توجه مواردها (التكنيكية/التمويلية/ الإدارية) لتوفير بنية الأساس داخل هذه الأراضي مع ضرورة إدخال الأساليب الاقتصادية الحديثة للحد من تكلفة: شبكات المرافق الرئيسية -الإمداد بالمياه وتصريف مياه المجاري- رصف الشوارع- الكهرباء وأعمدة الإنارة- جمع القمامة والتخلص منها- إلخ...، وهي كلها أمور تتطلب نظم معقدة وعلى مستوى ضخم تعجز المجموعات البسيطة والأفراد عن تدبيرها وتوفيرها /١٤/.

٣- إتخاذ جميع الإجراءات الرامية للحد من ارتفاع عناصر تكلفة المسكن أولاً، ثم تخفيض ذات التكلفة في مرحلة تالية لها- وبدون ذلك ستصبح أعباء الاستثمار ضخمة، وسيزداد حجم الدعم الذي يجب أن تخصصه الحكومة للإسكان.

٤- سياسات الإسكان التي تضعها الحكومة، يجب أن تهدف في المقام الأول لخدمة الفئات العريضة من ذوي الدخل المحدود وعلى هذا فالإسكان المدعم الذي تقيمه الجمعيات التعاونية بقروض حكومية بسعر فائدة ٤٪ يجب إخضاعه لقواعد توزيع عادلة -حتى يصل الدعم الإسكاني

إلى مستحقيه - من خلال عمل شرائح للفائدة مع القروض تحدد قيمتها على أساس دخل الفئات الاجتماعية المستفادة من هذه الوحدات ومسطحاتها فتزداد قيمة الفائدة تدريجياً من ٤٪ كلما زاد دخل الأسرة ومسطح الوحدة.

السؤال التاسع:

هل هناك ضرورة لوجود القطاع العام الإسكاني في مصر؟

الإجابة:

القطاع العام الإسكاني، انحصرت مجهوداته في توفير عدد محدود -جداً- من وحدات سكنية طوال أكثر من ربع قرن وبما يشكل "عشر" ماتم تنفيذه من إسكان حضري في مصر، كما لم تزد مجهوداته في مجال تنفيذ مشروعات الإسكان الإقتصادي من نسبة ٧٣٪ من جملة أعماله، التي اتسمت بارتفاع أسعارها لاعتماده على مقاولى الباطن -حتى أصبحت تكاليفها أعلى من مثيلاتها في القطاع الخاص... وعليه يوصي بالآتي:

تغيير "فلسفة الإنتاج" في هذا القطاع من الإنتاج بهدف الربح إلى الإنتاج من أجل توفير مساكن للفئات محدودة الدخل، مع "تدعيمه" و"تحريره من القيود" و"اللوائح" التى تعوق من إنطلاقه، والتركيز على ضرورة "ربط الأجر بالإنتاج " كأساس لتوفير العمالة الفنية بهذا القطاع، وكذلك "الحد من التعامل مع مقاولي الباطن" بهدف "السيطرة" على تكلفة المسكن، مع ضرورة تركيز جهود شركات البناء في القطاع العام في المستقبل لتنفيذ مشروعات الإسكان الاقتصادي فقط.

السؤال العاشر:

أيهما أكثر فاعلية في توفير الوحدات السكنية، القطاع العام أم القطاع الخاص؟

الإجابة:

القطاع الخاص الإسكاني، معدل تشييده يعادل حوالي "تسعة أمثال" نظيره في القطاع العام. كما أن سلوكه في السنوات الأخيرة ليوضح بجلاء مدى المساهمة الفعالة التي يمكن أن يقدمها للتغلب على مشكلة العجز في وحدات الإسكان -لو توفر له المناخ المناسب ولهذا من الضروري أن تتجه سياسات الإسكان في الدولة إلى تشجيع هذا القطاع "لينطلق من خلال":

١- توفير الأراضي المخططة بالمدن الجديدة والضواحي وامتدادات المدن القائمة، وعلى أن يراعي في أسلوب تقسيم تلك الأراضي متطلبات الهيكل الاجتماعي والاقتصادي للسكان وأنماط معيشتهم وحياتهم اليومية.

٢- تدبير برامج مساعدات مالية وتكنولوجية تشجع الأسر على بناء المزيد من الطوابق السكنية في حدود ماتسمح به التشريعات.

٣- توفير مستلزمات وأجهزة ومعدات البناء المتطورة.

٤- إزالة كافة المعوقات (من إجراءات وتشريعات وغيرها) لتسهيل دور القطاع الخاص الإسكاني في مجال توفير وحدات الإسكان على مختلف مستوياتها.

السؤال الحادي عشر:

كيف يمكن التغلب على ظاهرة العشوائيات ومخالفة التشريعات وقوانين البناء في مصر؟

الإجابة:

ظاهرة مخالفة التشريعات، هي السائدة والقاسم المشترك في الوقت الحاضر، وتتمثل في الارتفاعات الشاهقة والامتدادات العشوائية المخالفة للقانون، فنسبة المخالفات كبيرة والتقديرات عالية جداً، كما أدت قوانين الإيجار إلى سلبيات كثيرة: إهمال المباني القديمة وتجنب الصيانة الدورية لها -إحجام الملاك الجدد عن التأجير والإتجاه نحو التمليك- وجود آلاف الوحدات غير المكتملة- ومن الواضح أن القوانين بوضعها الحالي لاتشجع على الاستثمار في مجال الإسكان، والتوصيات للتغلب على هذا المشكل، تتلخص في الآتي:

١- العمل على وقف كل صور ومظاهر الاعتداءات الجارية الآن -على قانون المباني وتقسيم الأراضي، مع "توقيع العقوبة" و"إلغاء كل الاستثناءات" مع العمل على

التطبيق الجاد لقانون التخطيط العمراني، ومنع إقامة المباني والمنشآت على الأراضي الزراعية.

٢- تحرير العلاقة بين المالك والمستأجر لتصبح -كما كانت قديماً "حرة" تتحدد بالعرض والطلب مع إعادة تنظيم عائد استثمار رأس المال في مجال الإسكان بحيث تدر المباني السكنية عائداً مناسباً، وعلى أن يتم مراجعة القيمة الإيجارية للمباني في ضوء زيادة الأسعار بصفة دورية.

٣- تخصيص نسبة من إيرادات العقار تحصل من الملاك والمستأجرين بغرض مداومة الصيانة لوحدات الإسكان القائم -فهي تعتبر ثروة قومية يجب الحفاظ عليها.

٤- يجب أن تتسم مجموعة القوانين المنظمة للإسكان مستقبلاً "بالثبات" و"الاستقرار" لإعادة الطمانينة إلى نفوس الملاك لتشجيعهم على المزيد من البناء.

السؤال الثاني عشر:

كيف يمكن للجامعات والمعاهد تقديم يد المساعدة لحل المشكلة الإسكانية في مصر؟

الإجابة:

توفير البحوث في مجالات التخطيط والتصميم والتنفيذ أمر واجب وضروري في المرحلة المقبلة، ولاسيما في هذه المجالات: تحديد الأنشطة المعيشية داخل الوحدة السكنية والبيئة الفراغية الملائمة لها من حيز وأثاث، مع دراسة النمط التصميمي الملائم للوحدة السكنية حسب المفهوم المعاصر للاستخدام ذي الأغراض المتعددة والمرونة الكافية، كذلك دراسة مواد البناء المتاحة إنتاجاً واستخداماً واستحداث مواد جديدة يتحقق منها الاقتصاد والجودة، البحث في الأساليب الإنشائية الملائمة، دراسة إمكانية التوسع في الوحدات النمطية (الأثاث + العناصر المعمارية) ومدى ملاءمتها لانواع الإسكان المختلفة.

وهناك ضرورة لتناول بحث السكن التقليدي القديم وإمكانيات تطويره بما يتناسب مع روح العصر، وكذلك الحال بالنسبة للمجاورات التاريخية وماتحتويه من مفاهيم تخطيطية وقيم وجذور حضارية، ومن جهة أخرى يجب أن تتناول البحوث تطوير نظم التشغيل والصيانة والاستخدام الأمثل لمعدات البناء واقتصادياتها. كما يجب أن تخصص وزارة التخطيط في الخطة الاستثمارية نسبة ولتكن نصف في المائة/١٥/ من الاعتمادات المقررة للتشييد لتمويل البحوث العلمية في مراكز البحوث وفي الجامعات، كما نوصي بضرورة ربط مراكز البحوث بمراكز الإنتاج والتنفيذ في علاقات عمل مستمرة وقوية.

السؤال الثالث عشر:

نسمع كثيراً عن التنازع والخلاف بين الوزارات المختلفة على الأراضي المخصصة لإقامة المشروعات المختلفة فكيف يمكن التغلب على هذه المشكلة؟

الإجابة:

يجب تشكيل مجلس أعلى للإسكان يضم نخبة من الخبراء والاخصائيين من مختلف الجهات، وتمثل فيه الوزارات المعنية بحل المشكلة مثل وزارة الإسكان والتعمير والتخطيط والمالية بجانب هيئات تخطيط المدن وغيرها من الهيئات والشركات والأفراد المعنيين بالإسكان/١٦/، ويختص هذا المجلس برسم السياسة العامة -الخطة طويلة المدى- تحضير المشروعات السنوية- توزيع الاستثمارات- سياسة التمليك والإيجار- دور القطاع العام والخاص- سياسة الدعم- توفير الأرض والمرافق- التنسيق- خطة البحوث.

السؤال الرابع عشر:

هناك مشكلة تضارب البيانات والمعلومات العامة عن الإسكان في مصر فما الحل الذي يقترحه الدكتور المحاضر؟

الإجابة:

نؤكد على ضرورة إقامة بنك معلومات للإسكان توضع فيه البيانات والمعلومات على كافة المجالات المتعلقة بالإسكان/١٧/، مثل:

١- الإقتصاد الوطني: كالدخل القومي والاستثمارات والميزان التجاري ونصيب الإسكان من كل منهم- إلخ.....

٢- السكان والقوى العاملة.

٣- دخل الأسرة وأوجه الإنفاق والاستهلاك.

٤- الإسكان وحالته واستعمالاته.

٥- سوق الإسكان: سعر السكن/الأرض- سوق العقارات/ الإيجارات.

٦- صناعة الإسكان: توزيع المؤسسات الخاصة بإنشاء المباني (مقاولون/شركات)- القوى العاملة- الأجهزة الميكانيكية- مساحة الأرض التي تضم إلى الحضر سنوياً، وغيرها.

٧- تمويل الإسكان: البنوك وتوزيعها- شركات التامين والمؤسسات الأخرى.

٨- التشريعات المنظمة للعمران والقوانين التي لها علاقة بالإسكان: تخطيط المدن وتقسيم الأراضي والمباني وتحديد الأحياء ونزع الملكية.

الخلاصة والتوصيات:

لوقف النمو العشوائى في الدلتا وعلى أطراف الكتلة العمرانية ينبغي استنباط أشكال أخرى للمجتمعات، تسمى التجمعات الجديدة، ولتمييزها عن المدن الجديدة والمدن والتوابع يلزم أن تكون منفصلة عن الكتلة العمرانية القائمة، وأن تكون مواصفات بنائها وتكاليفها مماثلة للإسكان العشوائي، وأن تعتمد في تمويلها على القطاع الخاص، وأن تكون قريبة من قاعدة كبيرة للعمالة والا يتعدى عدد سكانها ربع مليون نسمة، ولإنجاح هذه الفكرة العمرانية، يلزم التوصية بالآتي:

أ- هناك العديد من العقبات والصعاب التي يجب وضع البرامج المحددة لحلها والتغلب عليها والذي لن يتاتى إلا بتنسيق الجهود بين الجهات المختلفة والمتداخلة في اختيار مواقع التجمعات:

ب- إعطاء الوقت الكافي لدراسات البنية الأساسية وإمكانيات إمداد هذه التجمعات بالمياه والكهرباء منعاً لحدوث المشاكل التي تظهر عند البدء في البناء والتنفيذ.

ج- تحديد العلاقة بين اختيار مواقع التجمعات المقترحة والحدود الإدارية للمدن الجديدة لتحقيق المبدأ الأساسي وهو الاكتفاء الذاتي سواء للتجمعات العمرانية أو المدن الجديدة.

د- امتصاص بعض المدن الجديدة للتجمعات السكنية مثل مدينة العبور ومدينة ٦ أكتوبر مستقبلاً مما يؤثر على التشكيل العمراني لهذه المدن بالإضافة إلى تحميل خدماتها بعبء هذه التجمعات لحين اعتمادها على نفسها.

هـ- إعادة النظر في البرامج التنفيذية للتجمعات العمرانية الجديدة مما يحقق سرعة التنفيذ للتجمعات التي بدأ العمل فيها بالفعل.

و- توفير عنصري البنية الأساسية والقاعدة الاقتصادية قبل البّدء في مشروعات تقسيم الأراضي وبيعها.

ز- وضع الحوافز للمستثمرين على غرار الإعفاءات والامتيازات التي تمنح لمستثمري المدن الجديدة.

ح- ضرورة التنسيق بين سياسة بيع الأراضي والوحدات السكنية داخل الكتلة العمرانية لمدينة القاهرة وسياسة بيع أراضي التقسيم في التجمعات الجديدة.

ط- توجيه مشروعات إسكان الشباب وحالات الزواج الحديث إلى التجمعات الجديدة مع منح التسهيلات اللازمة والأخذ بسياسة الاعتماد على النفس في بناء المسكن المتغير.

ي- التنسيق بين سياسات الوزارات المختلفة سواء في مجال الإسكان أو الصناعة أو الزراعة بما يحقق قوة التوجه لتنفيذ سياسة إنشاء التجمعات السكنية الجديدة.

وأخيراً، ينتهي التخطيط العام بتوصية بضرورة إنشاء هيئة تخطيط إقليمى يعاونها جهاز تخطيطي لإقليم القاهرة الكبرى (علماً بانه قد انشئت هذه الهيئة وهذا الجهاز عام ١٩٦٥م وقاما بجهود ممتازة في مجال تخطيط القاهرة الكبرى ولكنهما أُلغيَا عام ١٩٧٣م- والآن يطالب التخطيط العام، القاهرة الكبرى بضرورة عودة إنشائها من جديد بهدف التعجيل في إنجاز مخطط التنمية الحضرية، لماله من أثر في مستقبل التنمية في مصر.

المراجع:

(١) لمزيد من الدراسة، أنظر:

- الهيئة العامة للتخطيط العمراني، "عرض منهج القطاعات المتجانسة بإقليم القاهرة الكبرى: حالة تطبيقية بالقطاع المتجانس رقم ١" (وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة، القاهرة: ندوة جمعية المهندسين المصرية، جمعية مهندسي التخطيط، التحولات الحضرية في إطار التخطيط العمراني في الفترة ١٥-١٦ يونيو ١٩٩١م)، ص ص ٣-٧.

- د. شريف سعد الدين، "التجمعات العمرانية الجديدة حول القاهرة الكبرى بين التخطيط والواقع" (بحث، مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد الثلاثون، العدد الثالث، القاهرة: ١٩٩١م)، ص ص ٣٠-٤٣.

- الهيئة العامة للتخطيط العمراني، "إقليم القاهرة الكبرى- استعمالات الأراضي اليوم وغداً (بحث مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد السادس والعشرين، اليوبيل الفضي، القاهرة: ١٩٨٧م)، ص ص ١٣-٢١.

- جمعية التخطيط، "إقليم القاهرة الكبرى- تخطيط التنمية الحضرية حتى عام ٢٠٠٠م (بحث مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد الثالث والعشرين، العدد الرابع، القاهرة: ١٩٨٤م)، ص ص ٢٥-٣٦.

(٢) أحمد أمين مختار، "استراتيجية إنشاء المدن الجديدة، (بحث: جمعية المخططين المصريين، ١٩٨٠م)، ص٩.

(٣) أنظر: مجلس الشعب، "الأحياء الآيلة للسقوط" (تقرير لجنة الإسكان، ١٩٨٢م).

(٤) أنظر: أناتولي ريمشا، تخطيط وبناء المدن في المناطق الحارة، ص ص ٥٧،٥٨، ٢٦١، ٢٧٥-٢٧٦.

(٥) *See: Jerzy E. Glowczewski, Development of Egypt's Western Desert for Human Settlements (The Environmental Planning Center of the Aswan Regional Planning Office, and U. N. Consultant for City Planning and Housing at Abu Tartur, Western Desert: 1977), p 170.*

(٦) *See: Fahd H. Dakil and Others, Housing Problems in Development Countries (Proceeding of "The International Association for Housing Sciences" (IAHS) International Conference, University of Petroleum and Minerals (UPM), Dhahran, Saudi Arabia and John Wiley & Sons, New York: 1978), p. 168.*

(٧) *See: Hassan Fathey, Architecture for the Poor, an Experiment in Rural Egypt (Chicago and London: University of Chicago Press, 1973).*

(٨) أعدت هذه التقديرات بناء على توقعات نمو السكان، وتوقعات الهجرة من الريف إلى الحضر، وأن حجم الأسرة المصرية يعادل ٥ أفراد في المتوسط. لمزيد من المعلومات أنظر:

جهاز تنظيم الأسرة والسكان أيدكاس ٢٠٠٠، "مشكلة الإسكان في مصر وأبعادها المستقبلية في ظل ثلاث بدائل للتنمية الاقتصادية" (ورقة عمل رقم ١٤، إعداد محيا زيتون، القاهرة: أبريل ١٩٨١م).

(٩) تقرير اللجنة الخاصة عن مشكلة الإسكان في مصر (مجلس الشورى، تقرير: دور الانعقاد العادي الثالث، يوليو ١٩٨٣م)، ص٦٥.

(١٠) على سبيل المثال: أظهر مسح شامل للعمال في حلوان أن ٤٢٪ منهم يفضلون حل السكن النواه القابل للتوسع. وأن ٥٨٪ منهم يفضلون الوحدات المجمعة في مباني سكنية. أنظر:

National Center for Social and Criminological Research, *Relocation and Upgrading Community Programmes for Urban Settlement* (May: 1979), p. 51.

(١١) أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، تطوير وتصنيع المباني وتنشيط المسكن الاقتصادي الحضري بجمهورية مصر العربية (مجلس بحث وتكنولوجيا البناء، التقرير النهائي، المرحلة الأولى: مارس ١٩٧٨م).

(١٢) *The National Urban Policy Study (Working Paper on Urban Development Standard. and Costs), p. 8.*

(١٣) وزارة التخطيط، الخطة الخمسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية (الإطار العام التفصيلي، الجزء الثاني: الصورة القطاعية، نوفمبر ١٩٨٢م)، ص١٢٣.

(١٤) *See: A. Moharran & Others, "Cairo Conference: Low-Income Housing" (Approaches, Suggestions, Recommendations, Joint Committee on Tall Buildings, Fritz Engineering Laboratory, Lehigh University, Bethlehem, Benna: July, 1975).*

(١٥) حسب الله الكفراوي، "توصيات ندوة مشكلة الإسكان"، (مجلة المهندسين. السنة ٤٠/الثالث، العدد ٣٤٨، مارس ١٩٨٤م)، ص٣٥.

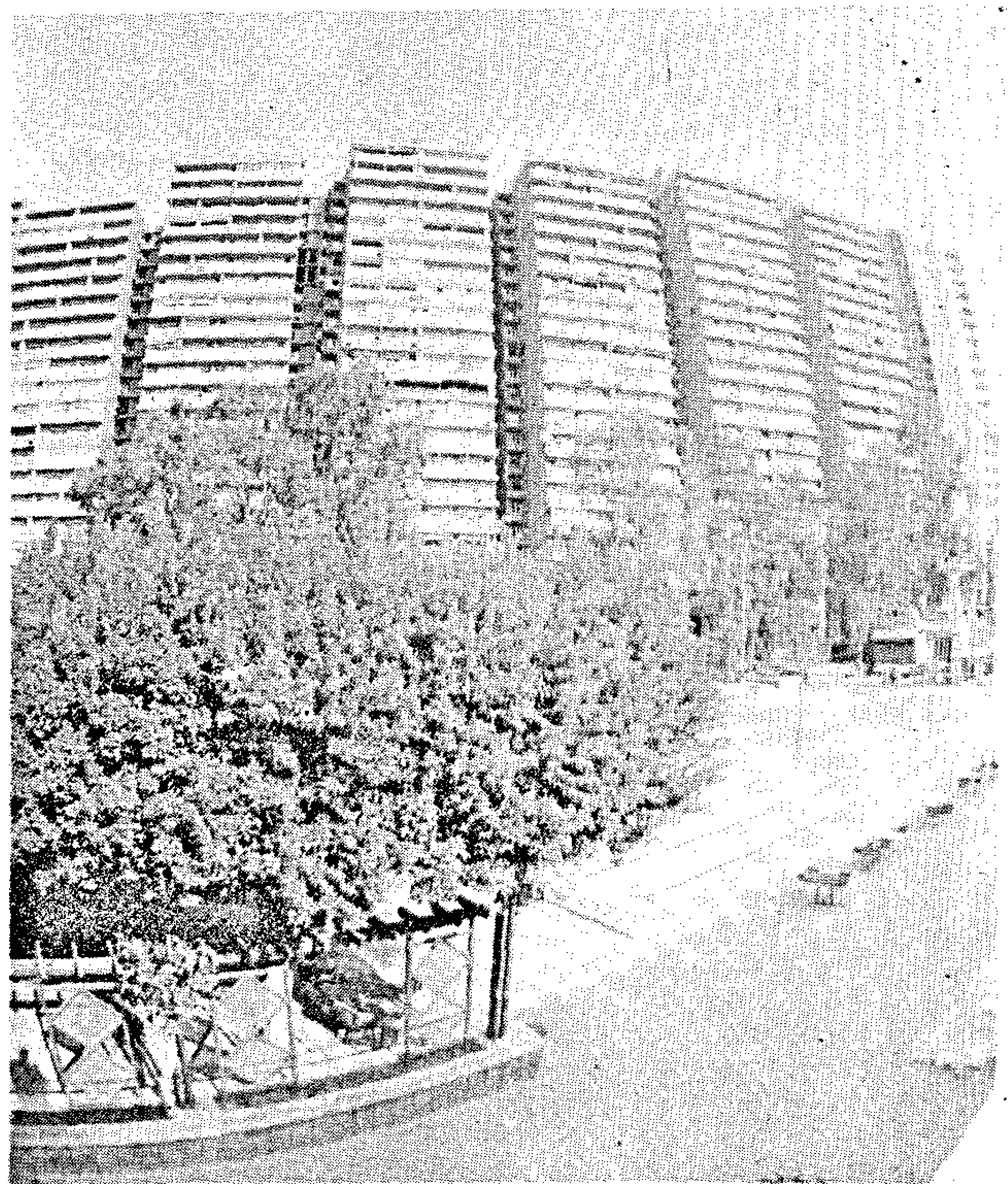
(١٦) أحمد خالد علام، "رسم سياسة قومية للإسكان" (القاهرة: سبتمبر ١٩٧٦م)، ص٥١.

(١٧) *Patrick I. Wakely, H. Schmetzer and Others Urban Housing Strategies (Education and Realization, London: Pitman Publishing Ltd. 1976), pp. 92-98.*

عمارة الانتماء في مواجهة معمار البيئة

أ. د. زكى حواس

في سلسلة متصلة من الموجات العمرانية والنظريات المعمارية عبر التاريخ تعرضت العمارة المصرية بركنيها الفنى التشكيلي والتقني التكنولوجى إلى أن تمتزج مبانيها فيما يشبه تركيبا بالغ التعقيد من النسيج العمرانى الذي يضم عناصر بعضها متشابه وأغلبها متنافر. وينتمي كل من هذه العناصر إلى واحد من أجيال الفكر المعماري المتعاقب في إيقاع سريع من الحرب العالمية الثانية وإلى اليوم ، وتدفقت



شكل ١ - سور عظيم يقطع الفراغ بطول كاف لفصل المجتمع العمرانى الذى أمامه عن المجتمع الواقع خلفه .

وضخامة الحجم ثلاثى الأبعاد لجسم المنشا العملاق لايتناسب والمقياس الإنساني ويعطى النفس الإنسانية شعوراً بالضالة وضياع الذات البشرية مع إحساسها بانها نملة فى وسط جيش جرار من النمل .

والمثال من عمارات الميرلاند مصر الجديدة - رغم فوزها بالجائزة الأولى فى مسابقة معمارية

النظريات من عمارة الطراز إلى العمارة الحديثة إلى العمارة مابعد الحداثة مروراً بالعمارة الوظيفية والعمارة العضوية والعمارة النحتية والعمارة التكنولوجية والعمارة البيئية، وتجتاح كل نظرية جديدة سابقاتها وكان كل منها لم تكن عند ظهورها محور الاهتمام ملء السمع وملء البصر.

وقد أدت الظروف الواقعية بمصر بجانبيها الاقتصادى والاجتماعى بصورة بطيئة من العشرينات وسريعة بعد السبعينات وحتى اليوم في التسعينات لأن يلهث المصمم وراء متغيرات النظريات المعمارية المتتابعة التي أظهر حدة التناقض بينها إيقاع التنفيذ البطيء في مصر والتمويل المتثاقل. فما أن ينتهى إنشاء مشروع ما ويخرج من عنق الزجاجة المحكم الضيق بعدما يستغرق أضعاف المدى الزمني المقدر له حتى تكون إحدى الصيحات المعمارية الجديدة قد جرفته معها إلى حيث يبدو وكأنه قد فاته الزمن وأصبح ماض دخل التاريخ. مع ذلك فالتيار المستقبلي في صعوده يمضي متناميا فوق تيار بعكس اتجاهه يعكس حنيناً إلى الماضى أو ردة إلى الأسلاف.

ورغم تلاشي حواجز المعرفة وانكماش مسافات الإعلام اليوم فإن هناك فرعان للعمارة لم يتأثرا في مصر بعوامل التدفق السريع لنظريات التطور المعماري العالمية الوافدة.

الأول : عمارة إحياء الطراز :

فإن إنجاز أى مبني على أسس طراز محدد القواعد كالفرعوني والإغريقي والروماني يربط البناء بهذا الطراز طالما لم يغير في أصوله وقواعده حتى لو زود المبنى بتكنولوجيات معاصرة كتكييف الهواء والمصاعد ووسائل الإضاءة والطاقة المتطورة أو التجهيزات الصحية الحديثة والتجهيزات الفنية المتقدمة.

* استاذ العمارة بجامعة عين شمس - مقرر لجنة العمارة - المجلس الأعلى للثقافة

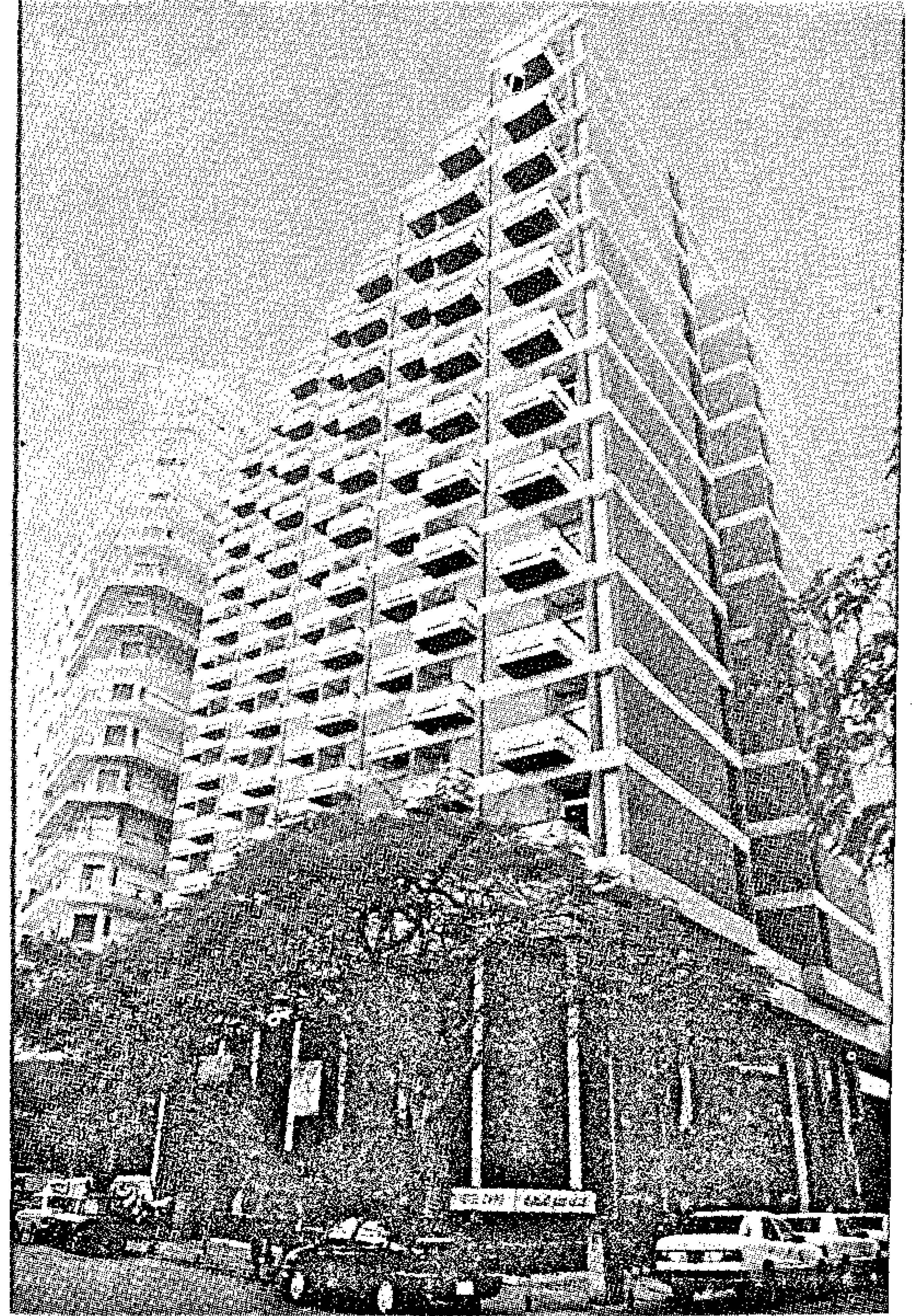
وينفجر النشاز المعماري بين الملامح الطرازية والتجهيزات التكنولوجية بصورة تمثلها تجهيزات تكييف الهواء المركزي الحديث عند استخدامه في قبة جامعة القاهرة وقنواته تلتف حول القبة كأفعى تلدغ كل من يرنو إليها.

كما يشمل مباني الطراز العربي أو مايطلق عليه الطراز الإسلامى والطرز اليابانية والهندية والصينية وكلها تغلب عليه الفكرة والملامح بأكثر مماتحكمها القواعد الهندسية والنسب والأبعاد.

الثاني : عمارة البيئة :

ومعظم مبانيها تمثل محاولات استجابت لصيحة البيئة في منتصف الثمانينات مع مراعاة مواد البناء البيئية والعوامل المناخية المحلية والظروف الاجتماعية السائدة.

ورغم إبهار شعار البيئة إلا أن المنتج في مصر أخذ تحت هذا الشعار شكل مجموعة من القباب والقبوات والفتحات



شكل ٢ أ - التناقض المعماري، لقطة مزدوجة التعبير فهي تبين الواجهات البحرية الشمالية المصمتة لفندق سفير بعكس ماتتوقعه في مبنى مصرى قاهرى وذلك بسبب تكييف الهواء المركزى بكامل غرف وعناصر الفندق.

كما أنها تعبر في الواجهة الشرقية عن تشكيل بأسنان المنشار دون الحاجة الفعلية إليه حيث لاتحتاج الغرف إلى الهواء الشمالى البحرى لتناقض معالجة سن المنشار بإغلاق الواجهة الشمالية المصمتة تماما. بالإضافة لعدم وجود منظر طبيعي جميل تحتاج الغرف لسن المنشار لإتاحة الإطلال عليه.

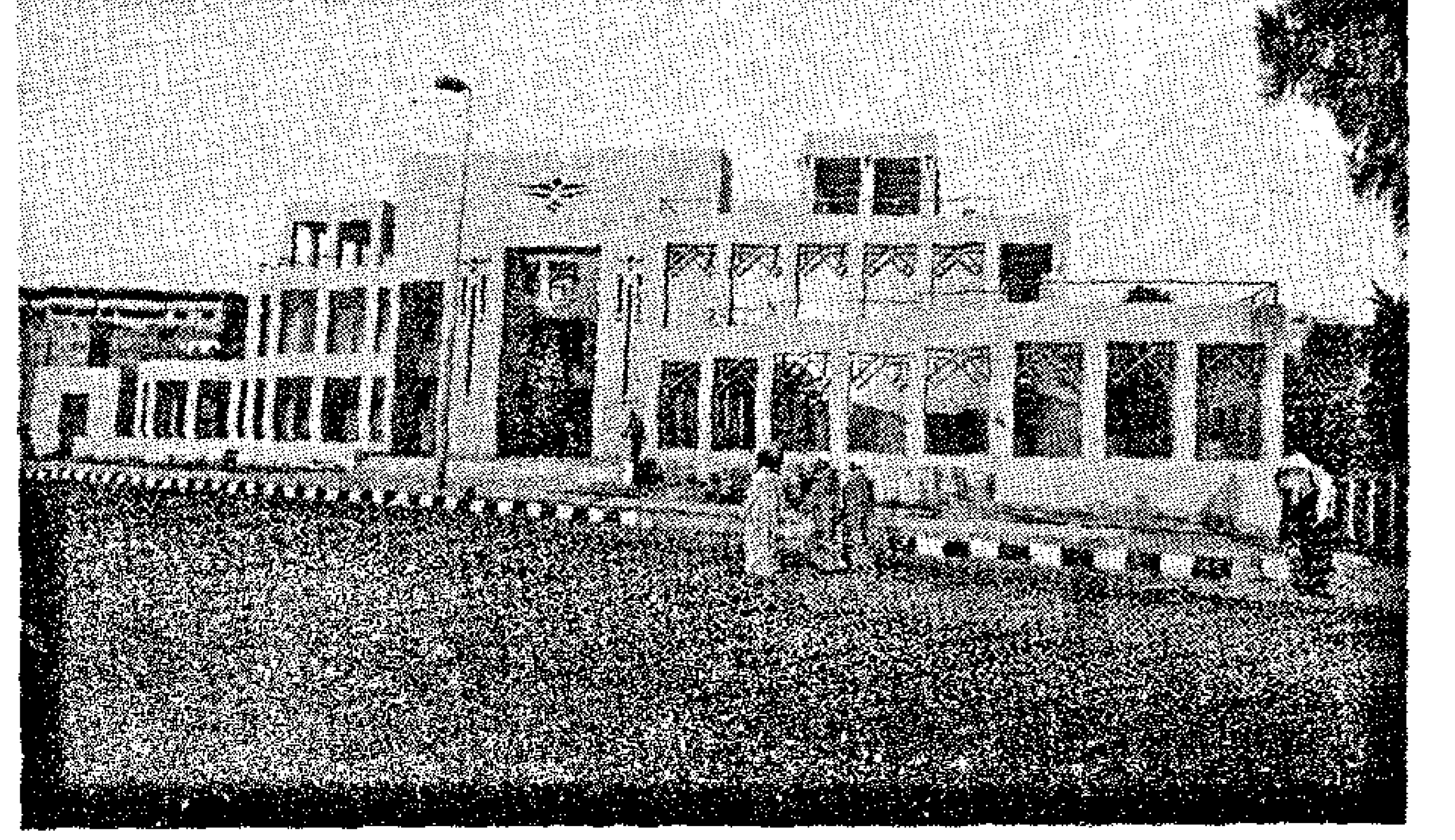


شكل ٢ ب - معالجة فنية رقيقة من المعماري لفناء أولباثيو داخل بفندق سفير بالدقي وهو لم يبلغ نسب الباثيو المعروفة ولكنه يضم عناصر شلال المياه والخضرة والحجر الطبيعي في الأرضية وفي اقراص الكتل الدائرية للمعابر.

الضيقة تتبادل جميعاً مواقعها من مبنى لآخر بدعوى احتياجات البيئة دون تقدير جاد للعصر أو مواكبة للمتغيرات الإنسانية والتقنية والاقتصادية، بالإضافة لإغفال الحاجة الملحة للاستفادة من كل وسائل الراحة والتجهيزات الحديثة التي ستشكل في جوهرها التراث الحقيقي الذي سنخلفه نحن لأجيال المستقبل الذين سيقيِّمون أجدادهم ويصنفوننا حينئذ بمثل مانقيِّم نحن أجدادنا لنحدد أى أجيالهم كان عبقرياً وأيها كان متخلفاً.

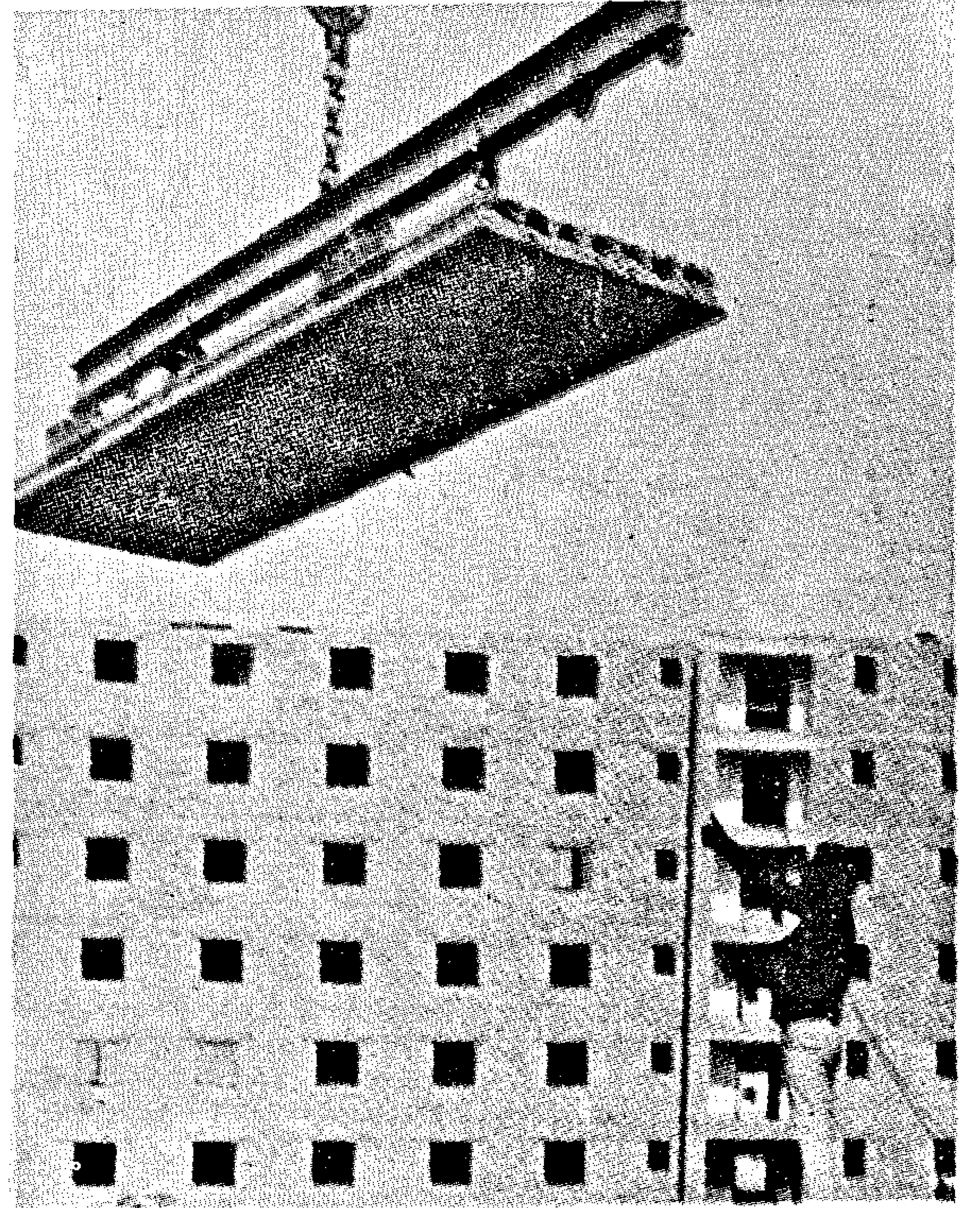
وبذا خرجت تجارب عمارة البيئة قاصرة عن الوفاء بالاحتياجات الوظيفية الحضارية الحديثة من مباني المطارات والمواني والمستشفيات والجامعات والخدمات العامة ومبانى المرافق.

وفيما عدا عمارة الطرز وعمارة البيئة فإن هناك محاولات فردية متناثرة لمعمار ذى شخصية مستقلة نجحت بعض أمثلته مع قدر كبير من الجهد والسباحة ضد التيار ومن مقاومة القوانين والتشريعات واللوائح المالية السارية للمشروعات وضاعت نتائجها وسط خضم هائل من المشروعات المقامة بالاندفاع التقليدي واللاشعورى للسباق المعماري العام في غياب الإبداع الفنى.



شكل ٣ - محاولة معمارية من المهندس المعماري جمال بكرى لاستلهام الروح المصرية الفرعونية في نسب الفراغ والمصطلحات المصمتة.

كما أن المصمم راعى بساطة التكوين وثبات البحور الضيقة حتى لايبتعد عن الربط بالروح المصرية الفرعونية المطلوبة وان كان لم يتمكن من تضييق الفتحات باكثر مماهى حتى لايعطى انطباعاً مزيفاً باستخدام الحجر وهو المستخدم في البناء بينما المبنى من الخرسانة المسلحة.



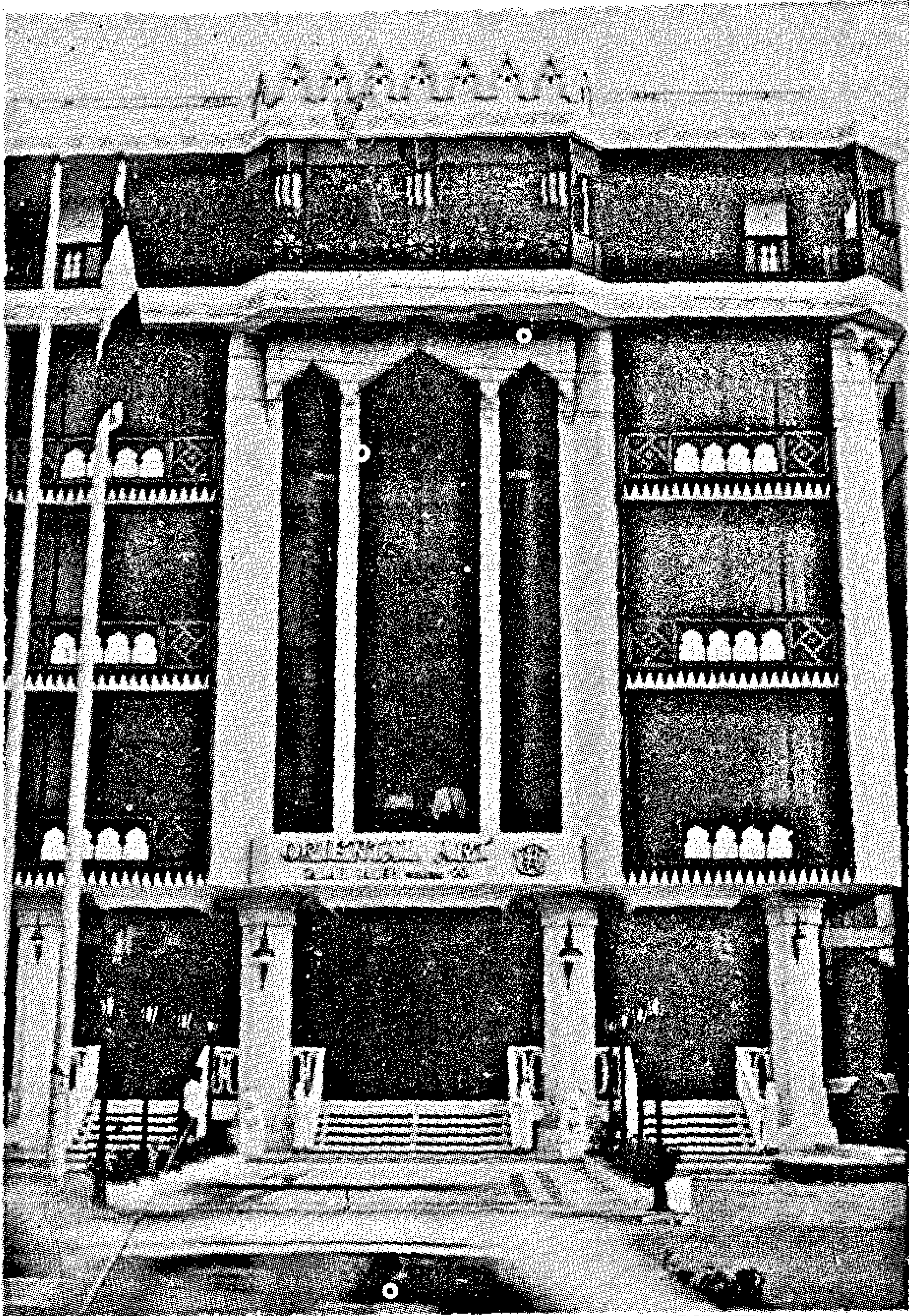
شكل٤ - عمارة الصناديق والثقوب نتيجة استخدام الوحدات الجاهزة بحيث يبدو المبنى بعد إنشائه وكأنه علبه ضخمة لدودة قز عملاقة وجدران الصندوق مليئة بالثقوب للتهوية.

وتحاول شركات البناء الجاهز التغلب على الروتين والملل في هذا النوع من الإنشاء بمعالجة السطح من الخارج بالمواد المختلفة او الزلط المكشوف وبالبياض المصقول من الداخل وهذه الطريقة في الإنشاء رغم بساطتها إلا انها ادت لنتائج سلبية في حالات كثيرة في مصر لحاجتها إلى عمالة اكثر مهارة من البناء التقليدى بعكس الإنشاء المتطور.

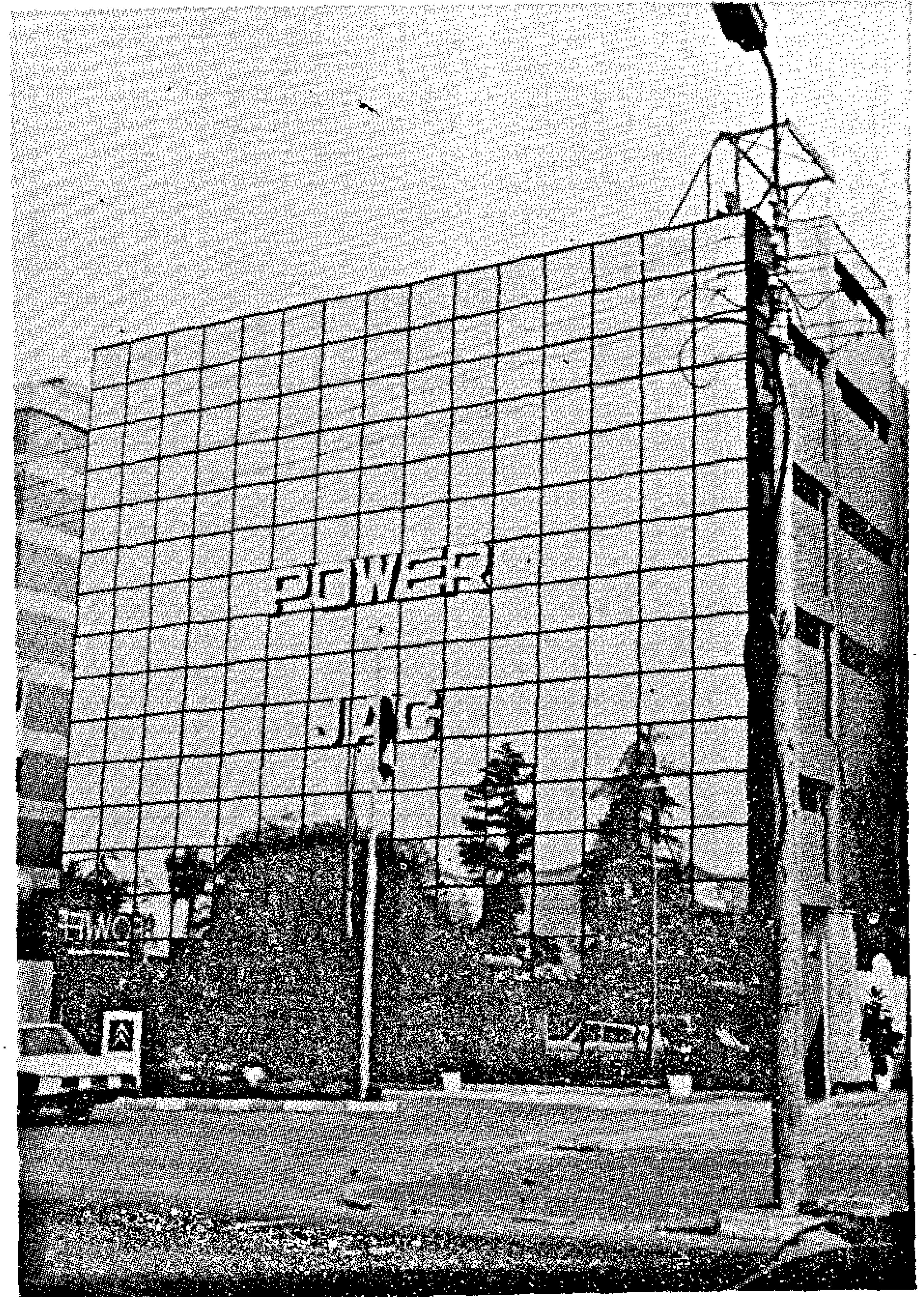
وقد أسهمت صناعة البناء بالوحدات الجاهزة في الطرز، بهدفين متناقضين وهما وفرة إنتاج المأوى وخاصة في المناطق البعيدة عن العمران وانحدار الحس المعماري المرهف إلى حد أدنى ليس له قرار.

ولكن يظل السؤال الحائر بلا إجابة وهو :

هل هناك عمارة مصرية؟ أو عمارة تعكس الشخصية المصرية ويربط مبانيها وعمرانها خيط متصل بينها جميعاً ويشمل طابعها وملامحها وتصميمها وموادها معاً؟ وهل هذه العمارة المصرية تفرض وتخلق قسراً أو رضاء ثم تنبت فتشب فتزدهر في نضج طبيعي؟ أو أنها بذور تحوى من الوحدة في النسب والفتحات والألوان والعناصر التفصيلية الموائمة لطبيعة مصر وبيئاتها والعوامل الجوية المحلية؟



شكل ٥ أ - العمارة التشكيلية وتبدو في مبنى مركز الفن الشرقي بشارع العروبة طريق المطار مصر الجديدة وتظهر فيها المعالجة التشكيلية التجميعية للعناصر المختارة من طرز مختلفة وبعضها دون طراز وإن إلتزم المصمم بتاكيد محاور التماثل وتاكيد المداخل سواء في البرواز الاوسط في المبنى والعرانس فوقه بتوسيع العقد الاوسط عن الفتحتين الجانبيتين إلا ان التصميم في مجموعه لاينتمى إلى طراز بعينه ولاهو ايضاً يتناسق مع المباني المجاورة والمواجهة لها وعلى الأخص المبنى الواقع شمالها مبنى POWER الذى يمثل بدوره عمارة التغريب علماً بان مستوى التنفيذ مرتفع.



شكل ٥ ب - عمارة التغريب وتظهر في هذه الواجهة وهي اوروبية أمريكية لبلاد تفتقر إلى الشمس والمبنى معدنى من الصلب وغربية بترولية حيث الشمس ساطعة لافحة والمال وفير بشارع العروبة مطار القاهرة.

تمثل مسطحا مراية ضخمة مواجهة للشمس وغربية ممايشكل عبئاً كبيراً على احمال تكييف الهواء كما أنها تمثل جسماً نشازاً غريباً بين المبانى المجاورة والمواجهة لها على مدى خط الرؤية.

ومعالجة هذه الواجهة تتنافر بشدة مع واجهة المبنى الملاصق لها في جنوبها ولايشفع لهذه التجارب جودة التنفيذ وحسن الصيانة.

الرد على هذا السؤال هو مايثار في كل مؤتمر معماري وندوة ثقافية ومناقشة علمية عن ضرورة التوصل لصيغة إبداعية مبتكرة لمواجهة الحاجة إلى هذا البعد الغائب عن التصميم المعماري الفني المصري وحسم قضية التراث والمعاصرة وحل إشكالية التغريب والمحلية الناتجة عن تنوع روافد التصميم التي تتدفق من المنابع الغربية على مصر بأيدى المعماريين الدارسين بالخارج والمشاركين منهم في المؤتمرات الدولية، ومايفد إلينا على صفحات المجلات والدوريات المعمارية الغربية وعلى الأخص الفرنسية والأمريكية.

كيف إذن نصل إلى وضع بذرة العمارة المصرية التي تنتمي بأصالة إلى جوهرها؟ وكيف نغذيها ونرويها بثبات



شكل ٦ - دار الافتاء المصرية على التل البحرى الواقع على طريق صلاح سالم بمدخل القاهرة الشرقى المؤدى إلى ميدان سيدنا الحسين.

المبنى ينتمى إلى المنطقة ذات الطراز العربي والمساجد والقاهرة ومصرى ١٠٠٪.

بالإضافى إلى أن المبنى مزود باجهزة تكييف الهواء واعمال التجليد الخشبى والمشربيات ورغم ذلك يمثل العمارة النحتية التشكيلية الثلاثية الابعاد مواد بنائية بينيه محلية وواجهاته من بياض الحجر الصناعى والوانه تتمشى مع الجوار.

وقد لفت هذا المشروع اهتمام وانظار المعماريين على مستوى العالم في معرض بينالى فينسيا الدولى سبتمبر ١٩٩٠ حينما عرضناه في مدينة البندقية وقام معظم الشاهدين بتصويره وتسجيله ومناقشة تفاصيله وبياناته معنا.

حتى تزدهر شجرة مورقة بالانتماء الواضح إلى مصر دونما افتعال؟

إن السبيل إلى ذلك تمهده خطط متشبعة الفروع موحدة الهدف ننتقي منها مايلي والميدان فسيح للمعماريين والمثقفين المصريين والدعوة مفتوحة للجميع :

أولاً : إعادة النظر في برامج التعليم المعماري وعناصر القيم المعمارية :

دراسة المقررات التعليمية المعمارية وإعادة صياغتها بما يحقق هدف الوصول إلى عمارة الانتماء المصرية عوضاً عن ملاحقة التتابع والمتغيرات السريعة في نظريات العمارة الغربية لتطبيقها في غير موضعها.

وتسرى منذ سنوات مداولات خافتة بين أساتذة العمارة في الجامعات المصرية وتنتهي إلى تغييرات ساكنة ساكتة لاتحدث النهضة المرجوة رغم اعتبار أساتذة الجامعات هم المثل الأعلى لتوصيل هذه الأفكار المبتكرة ورغم زيادة الجهود المبذولة في التدريس وتزايد أعباء الأداء على طالب العمارة اليوم عن سابقه في الأربعينات والخمسينات.

وتحكم هذه النقطة قواعد عديدة استجدت على الدراسة الجامعية المعمارية بصفة عامة كما يلي :

١- تحديد عدد ساعات الدراسة بحد أقصى ٣٢ ساعة أسبوعياً.

٢- عدم السماح للطالب بفرصة الاختيار الجزئي للعلوم في الدراسة.

٣- جنوح كل أستاذ إلى الاستفادة وحده بساعات الطالب خارج الدراسة لتنفيذ تكليفات علمه.

٤- إضافة بعض العلوم خلال الـ٣٠ عاماً الماضية دون جديد في المحتوى أو تحديد للسائد.

٥- الإغراق في النظرية بما أصبح لا يلاحق إيقاع التجديد ومقتضيات العصر.

وقد حاول إدخال التعديلات في هذا المجال عديد من الأساتذة المعماريين والمخططين بمعظم الجامعات المصرية وخاصة جامعتى عين شمس والقاهرة ، وزملاء عديدون من أساتذة الجامعات الأخرى.

ثانياً : التعليم المعماري المتواصل :

الحفاظ على استمرارية التعليم المعماري بعقد الدورات التدريبية المتصلة والملزمة للحفاظ على اللياقة الفنية العالية للخريجين ومتابعة كل تطور واكتساب الخبرة وصقل القدرات المهنية المعمارية في المجالين الفني والتقني، ونرى أنه لابد من الربط بين الترقيات والتكليف بالمستويات وبين الحصول على دورات تخصصية متقدمة في مجال العمل حيثما كان ، للارتقاء بمستوى المهارات ومعدلات الأداء.

ويعتبر أساتذة الجامعات هم المثل الأعلى لتوصيل هذه الأفكار المبتكرة والمتطورة إلى الأجيال المعمارية اللاحقة لجيلهم والتابعة لهم، ومع ذلك فإن هناك من الخبراء في المجال التصميمي والتنفيذي من يستطيع المشاركة بجهد فعال في هذا المجال وتجربتنا ممتازة في برامج التدريب التي تنظمها كلية الهندسة وجمعيات المهندسين المختلفة .

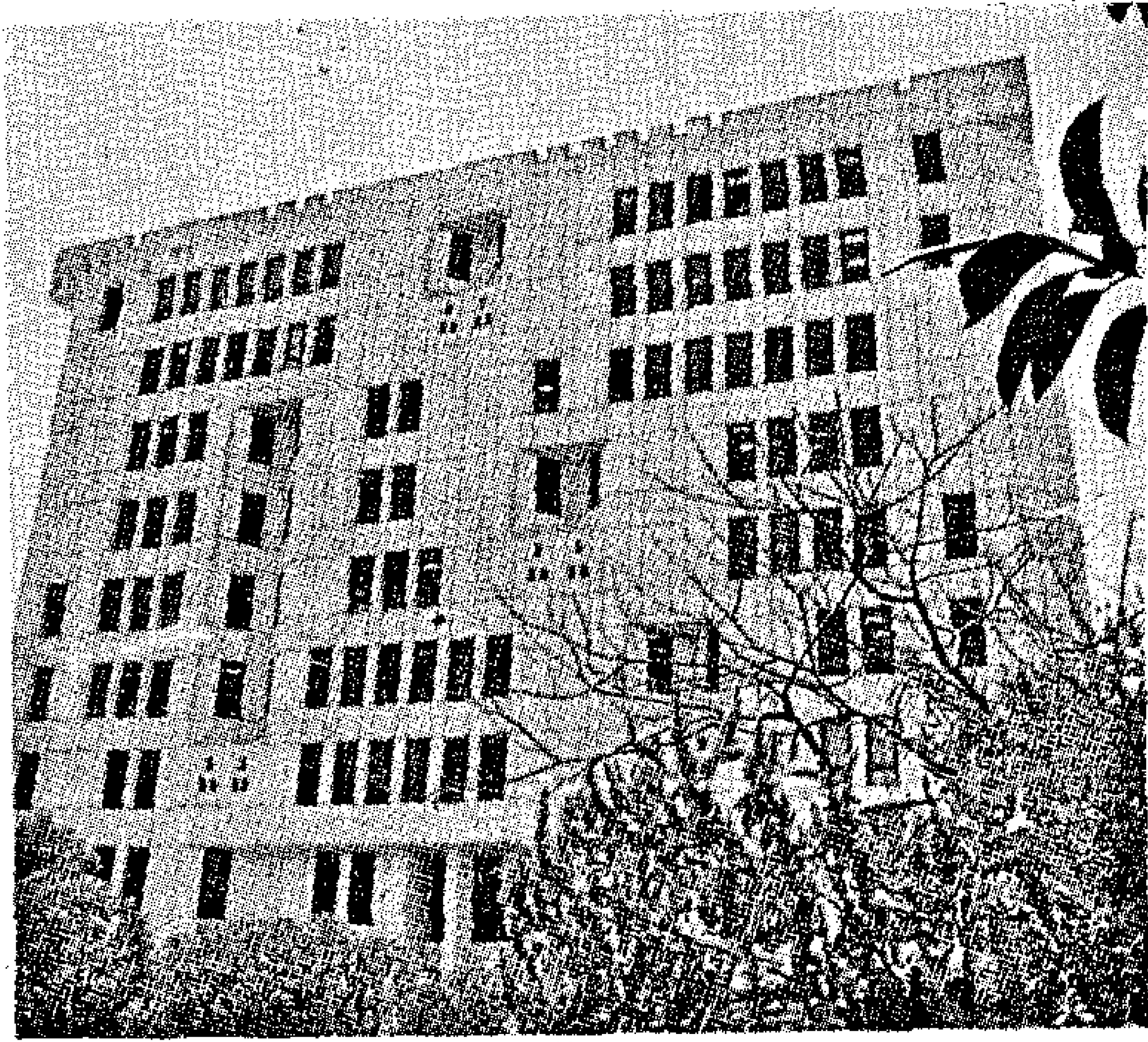
ثالثاً : تشجيع النشر المعماري :

التوسع في إصدار مجلات معمارية مصرية تعرض المشروعات المستقبلية والمنفذة وتحللها وتصنفها وتبرز مابها من إيجابيات تعكس الانتماء وماتضمنه من عناصر دخيلة تقليداً للعمارة الغربية .

مع دعم الكتاب المعماري الذي يعالج القضايا الفنية التصميمية ومشاكل تقنيات البناء والإنشاء المعماري والارتقاء بنوع وزيادة عدد الكتب المعمارية التي تصدر في مصر وفي الخارج .

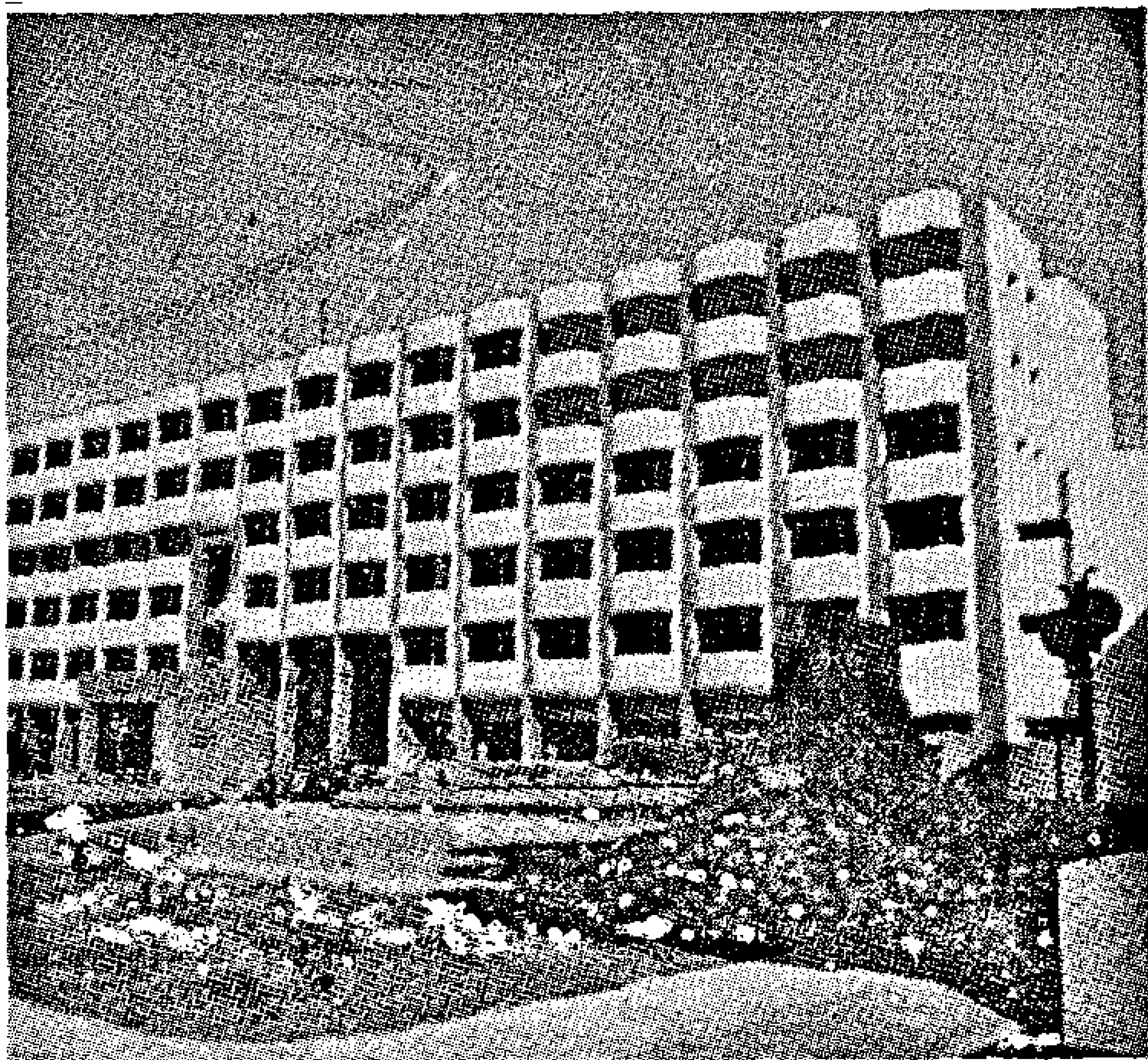
رابعاً : وضع أسس النقد الفني المعماري :

خلق علم النقد الفني المعماري وإرساء أسسه على غرار



شكل ٧ - عمارة الواجهات التشكيلية المسطحة ثنائية الابعاد تعارض وظيفى لاختلاف التوزيع التشكيلي للفتحات رغم وحدة ظروف زوايا الشمس والاضاءة والتهوية وزوايا الرؤية

ومعالجة الواجهات بهذا الأسلوب التشكيلي المسطح يبعد المبنى وتعبيره عن الإحساس بالوظيفية الحقيقية له ويبدو كانه صندوق ضخم ملىء بثقوب تهوية لفراغ واحد من الداخل.



شكل ٨ - عمارة المعالجة التكرارية لادوار مجمع المحاكم بالاسماعيلية تبين سذاجة التعبير عن جميع العناصر بنفس الصورة كما ان التصميم في نهاية المبنى من اعلاه يوحى بالنمو راسى مستقبلاً أو قد توحى بان المبنى مازال قابلاً للتعلية ولكن ميزانية تمويله نفدت فجاة فتم الاكتفاء بما انتهى من اعمال وذلك لعدم تحديد أعلى الواجهة وتكرارها لنفس نمط الادوار.



شكل ٩ - معالجة تشكيل المبانى مزدوجة الشخصية بين القديم والجديد وثلاثية الملامح بالعقود الدائرية والنهايات الثقيلة وتكوين الكتل ونسبها.

النقد الفني للمسرح والسينما والموسيقى والأدب بفروعه ليمكن تحليل ونقد المشاريع المعمارية والعمرانية في ضوء قواعد علمية راسخة وغير معرضة للميل والتقدير الفردي .

خامساً : تشجيع المعماريين المصريين على المشاركة في المسابقات المعمارية بالخارج وتقويته بالداخل :

وذلك بتنشيط الاتصال بالمراكز المعمارية الأجنبية للحصول على بيان المسابقات المعمارية والعمرانية مع عدم الاقتصار على الغربية منها بل والاتجاه شرقاً عبر الهند والصين واليابان وجنوباً حتى أطراف القارة الإفريقية.

ويشمل ذلك رفع مستوى آداب المهنة - إلغاء المارسات على تصميم المشاريع وتحويلها إلى مسابقات لإعطاء الفرصة لظهور أفكار متعددة والالتزام بتشكيل لجان التحكيم من أعضاء ذوى خبرة عالية .

سادساً : توسيع قاعدة الإعلام المعماري :

تخصيص مساحة مناسبة في الصحف وقدر زمني مناسب ببرامج التليفزيون والإذاعة لتوسيع قاعدة الإعلام المعمارية والاهتمام بإبراز الطابع المصرى المحلي وخصائص الأعمال المعمارية والعمرانية المتميزة لتصبح راسخة في الوجدان المصري مع إقامة المعارض المفتوحة للجمهور لعرض المشروعات الناجحة أو المشروعات المشاركة في المسابقات المعمارية لحفز المنافسة الإبداعية .

سابعاً : تأهيل المعماري الحديث :

يجب على المهندس المعماري حديث التخرج أن يقوم بمرحلة تدريبية بعد التخرج مباشرة في أماكن ذات خبرة تخصصية أكاديمية حتى يمكن أن يتواءم مع ظروف المسئولية المتطلبة من المهندس سواء في التصميم أو التنفيذ (عملية التنفيذ تنمي قدرة المهندس على التصميم).

ثامناً : ترشيد ورفع الذوق الفني والحس المعماري العام:

إتاحة المعرفة الفنية المعمارية وتوفير حد أدنى من الأسس التصميمية في النسب والألوان والملمس والمواد لرفع مستوى الذوق الفني العام والحس المعماري والعمراني لدى الجمهور وقد كان ذلك موجوداً بالفعل في الماضي .

تاسعاً : الخدمة الفنية والمعمارية العامة :

إتاحة قدر كاف من الخدمة الفنية والمعمارية في سخاء للمقبلين على البناء الذاتي وذلك بإصدار ونشر سلسلة تضم تصميمات مبسطة ومتنوعة لتواجه كافة احتياجات المواطنين ومتطلبات التقنية البسيطة للبناء على غرار سلسلة (إصنع بنفسك) لتكون في متناول جميع المقبلين على البناء الذاتي خاصة ونحن نشجع تعمير الصحراء والمناطق النائية.

وتشمل هذه الإصدارات التصميمات العامة المتنوعة بمساحات متدرجة وعناصر قابلة للنمو والإضافة وأيضاً تفاصيل توضيحية لمعالجة الفتحات والأعمال الصحية والصرف والأعمال الكهربائية واستخدامات الطاقة الشمسية والرياح وأعمال النجارة والأرضيات .

عاشراً : إعداد بنك المعلومات المعماري :

ربط جميع أقسام العمارة والجهات المعمارية المعنية بشبكة معلومات بمصر وبالخارج .

حادي عشر : الحفاظ على المعمار القديم :

توسيع قاعدة الصيانة والتجميل والترميم والإصلاح والارتقاء بالمباني والحفاظ على المبانى الحالية .

ثاني عشر : البحث العلمي المعماري :

ربط البحث العلمي المعماري والتخطيطي بالمشاكل الواقعية وتحقيق تبادل المعرفة ودراسة الحلول مع الجهات التنفيذية .

ثالث عشر : المؤتمرات والمعارض العلمية المعمارية:

خلق روح التنافس في مجال الإبداع التصميمي بين المعماريين وطلاب أقسام العمارة المصرية وتخصيص الجوائز والمنح الدراسية والمكافآت لها .

النتيجة :

إن حصيلة تنفيذ هذه الخطوات تمثل البداية لظهور عمارة مصرية لها انتماء لمصر يخلقها الوجداد المصري وتشكلها المعرفة المعتمدة على مبادىء وأسس علمية مدروسة وتمزج الإدراك السليم بمتطلبات التصميم العميق البيئى مع الأحاسيس المصرية الصافية والمتحررة من المؤثرات التغريبية السائدة .

هل تشهد بداية القرن ٢١ سنابل النهضة لظهور عمارة الانتماء التي ترسي قواعد العمارة المصرية المعاصرة؟

إذا عملنا جميعاً في سبيل ذلك فإنا بإذن الله محققون هذا الهدف والله مع العاملين.

أصول العمل الألمانية المعربة

بواسطة جمعية المهندسين الميكانيكيين

سلسلة من ثلاث حلقات

في موضوع تحليل عناصر التلف

ثالثاً - الحلقة الثالثة:

" تحليل عناصر التلف الناشيء عن الإجهادات الحرارية "

تاريخ إصدار الأصل الالمانى يوليو 1980 والمعرب اغسطس 1993

جمعية المهندسين الميكانيكيين	تحليل عناصر التلف التلف الناشىء عن الاجهادات الحرارية	تعريب أصول العمل VDI 3822/4

☆) أنظر القائمة في صفحة 3

قام بالتعريب الأستاذ الدكتور مهندس احمد سالم الصباغ — Translated by Prof. Dr.-Eng. Ahmed Saiem El-Sabbagh

وقام بالمراجعة الأستاذ الدكتور مهندس على محمد كامل — Revised by Prof. Dr.-Eng. A. M. Kamil, VDI

واعتمدت النص المعرب جمعية المهندسين الالمان VDI بدسلدورف بالمانيا — Translation authorised by VDI German Society of Engineers, Dusseldorf, Germany

1مقدمة عن سلسلة أصول العمل المتعلقة بتحليل عناصر التلف

يبين تحليل عناصر التلف الأسباب التي تؤدي إلى انهيار المواد أو إخفاق أجزاء المنشآت في أداء مهامها وتشكل المعلومات التي يتم الحصول عليها أساس تعيين الاحتياطات اللازمة لعلاج التلف ومنع حدوثه وتتضمن سلسلة أصول العمل مايلى:

- تعريف لمصطلحات أنواع التلف وتوصيفها.
- توحيد مسميات أنواع التلف وتوصيفها.
- منهج تحليل التلف.
- مقارنة النتائج ومن ثم إعداد المتطلبات اللازمة للتوثيق.

2 مقدمة لأصول العمل

تحتوى الورقة 1 علي شرح للأسس والمعاني والتعريفات بجانب تسلسل عملية تحليل التلف. وفي الأوراق التالية ستوصف أنواع التلف المختلفة وأعراضها وأسبابها وتطورها.

الورقة 2 تحليل التلف الناشيء عن التحميل الميكانيكي.

الورقة 3 تحليل التلف الناشيء عن التآكل في الأوساط المائية.

الورقة 4 تحليل التلف الناشيء عن الإجهادات الحرارية.

الورقة 5 تحليل التلف الناشيء عن الإجهادات الاحتكاكية (تلف البلى).

وينصح للمستفيد من أصول العمل بالاستفادة بالأوراق من 2 إلى 5 كل واحدة منها مع الورقة 1.

3 حدود الصلاحية

تحتوى الورقة 4 على وصف التلف الناشيء عن الإجهادات الحرارية.

ويشمل ذلك تأثير كل من الانفعالات والإجهادات المتولدة بتأثير تغير درجة الحرارة وحدها كما يتضمن كذلك تأثير الإجهادات الميكانيكية أو الناشئة عن التآكل أو الأجزاء عند درجات الحرارة المرتفعة.

4 أنواع التلف

سيتم وصف أنواع التلف بطريقة موحدة في الجدول 1 وفي هذا الجدول تمت محاولة تعيين صفات وظواهر أعراض التلف وأسباب حدوثها وتطورها. ولايجب أن يكون هذا العرض بهذه الصورة سبباً للاعتراض على عدم شموليته.

وتقتصر قائمة أنواع التلف على تلك المألوف حدوثها في الحياة العملية وعلى دلالتها. ومن ناحية أخرى سبق العديد من حالات تغير في أجزاء المنشآت والتي قد لاتؤدى بالضرورة إلى تعطيلها بصورة مباشرة إلا أنها أُدرجت حسب التعريف تحت إسم تلف. وهذا ينطبق بصفة خاصة على كل أنواع الشروخ. ولهذا فإنها قد سيقت بطريقة خاصة لأن الشروخ تؤدى غالباً إلى الكسر ومن ثم ينشأ التطابق في صفات الشرخ والكسر.

ولما كانت الكسور في درجات الحرارة المرتفعة تختلف كثيراً في معظم الأحيان عن تلك الحادثة في درجة حرارة الغرفة فإنه في هذه الحالات يرجع إلى المعلومات في الورقة 2 من أصول العمل هذه.

ويعرف الشرخ على الساخن بانه الشرخ الذي يظهر بتأثير مباشر للحرارة. وهذا يشمل الشروخ التي لاتظهر إلا بعد التبريد إلى درجة حرارة الغرفة.

وسوف يتم سرد الشروخ الناشئة عن إجهادات اللحام بالمفهوم العام لها فقط وهذه يمكن تقسيمها بصورة أكثر تفصيلاً وتمييزاً كما هو موضح على سبيل المثال في المواصفات الألمانية DIN 8524/3.

5 ملحق الأشكال

يحتوى الجدول 1 العديد من صور أعراض التلف حتى يمكن فهمها بطريقة جيدة وسوف يعتمد في شرح أنواع التلف على هذه الصور. وهي كلها موضحة في الملحق مع الإيضاحات المتعلقة بكل منها.

جدول -١- أنواع التلف الناشئة عن الإجهادات

نوع التلف

ملحق :

صور أشكال تلف التآكل الناشىء عن الإجهادات الحرارية

نوع التلف	مظهر التلف: شكل	مظهر التلف: الفحص الماكروسكوبى	مظهر التلف: الفحص الميكروسكوبى	مظهر التلف: مشاهدات اخرى	إحتمالات اسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
1-4 الكسر على الساخن 1-1-4 الكسر القسرى كسر يحدث بتحميل استاتى او شبه استاتى في درجةحرارةمرتفعة.							
1-1-1-4 **الكسر القصيف على الساخن** كسر عفوى (تلقائى) قسرى على الساخن يحدث بتشكيل لدن ضئيل في منطقة الكسر ويطلق عليه في بعض حالات معينة كسر اللحام بالسبائك الصهيرة الصلدة (Prazing) أو الكسر الأحمر او الكسر الساخن.	1	تتفق صورة الكسر مع الشكل العام للكسر القسرى القصيف في درجات حرارة الغرفة، ويمكن ان يتاثر بالإضافة إلى ذلك بدرجة الحرارة والزمن والوسيط المحيط إذ يتوقف اللون الناتج عن تسخين التطبيع Tempering Colorعلى الزمن ودرجة الحرارة والوسيط المحيط وهذا يفسر ظاهرة اختلاف الألوان على سطح اجزاء المنشآت والشروخ والكسور الحديثة وغالباً مايكون موقع الكسر في المواقع الحرجة حيثما تتجمع الإجهادات الحرارية والميكانيكية ويحدث كسر اللحام بالسبائك الصهيرة الصلدة (اللونة) في نطاق درجة حرارة انصهار احد العناصر المكونة للسبيكة ذى درجة الانصهار الأقل.	يمكن ان تظهر بنية ميكروسكوبية متغيرة بتاثير درجة الحرارة تظهر شروخ بائنة من السطح ومتفرعة بين البللورات ومملوءة بسبيكة اللحام في حالة كسر اللحام بالسبائك الصهيرة الصلدة . وفى حالة الكسر الأحمر تظهر حبيبات اولية بصورة شبكية Primary grains من FeS (يوتكتك منحل مكون من "Fe-FeS"). إذا امكن التقييم بواسطة الميكرسكوب الالكترونى الماسح SEM تظهر الصورة بصفة عامة مثل الكسر القسرى القصيف، لكنه يصعب التقييم بسبب وجود نتاج التفاعل .	قابلية تشكيل متضائلة في درجة حرارة التشغيل ويمكن التعرف على مادة اللحام بالتحليل الدقيق Micro analysis في حالة كسر اللحام	المادة فى حالة قصيفة عند درجات الحرارة والإجهادات المرتفعة فى حالة كسر اللحام يوجد تلامس مع اجزاء فلزية منخفضة فى درجة انصهارها ، وفى حالة الكسر الأحمر والكسر الساخن يوجد اجزاء من على حدود الحبيبات .	عند التحليل العفوى يكون الكسر دون تشكيل لدن يكون فى حالة كسر اللحام بسبب سريان معدن منصهر على حدود الحبيبات فى المناطق المعرضة لإجهادات شد ، فى حالة الكسر الأحمر بسبب تقصف الجزء على حدود الحبيبات .	
2-1-1-4 **الكسر القصيف في درجات الحرارة المرتفعة** كسر قسرى قصيف في نطاق درجات حرارة خط التجمد Solidus Lines	2 و 3	تشبه صورة الكسر ما ورد فى بند 1.1.1.4 ، يكون اللون فى غالب الأحيان رمادى قاتم ، يقع الكسر فى إتجاه عمودى على إتجاه التحميل عند اقصى إرتفاع لدرجة الحرارة، انفصام الأسطح زاوى تكون الأسطح المنفصمة ناعمة او خشنة ، غير لامعة إلى لامعة .	بنية مفرط تسخينها ، مثل نمط التغيرات الحادثة فى الترسيب . الأسطح المنفصمة (يكون سريان الكسر عبر الحبيبات) تمكن من تحديد الحبيبات المخطفة . الميكروسكوب الأليكترونى الماسح ، تظهر البنية على الأسطح المنفصمة متفرعة كالمروحة فى إتجاه تطور الكسر (شكل 2). تظهر قطرات بشكل كروى على الأسطح المنفصمة (شكل 3)		إجهاد (تحميل) مفاجىء (صادم) بالقرب من درجة حرارة التجمد .	يؤدى التسخين المرتفع للمادة إلى إنصهار للأصناف المختلفة فى الحبيبة يتبع ذلك الكسر عند التحميل الصادم .	لوحظ حتى الآن فى سبائك الصب التى اساسها النيكل والكوبلت .
3-1-1-4 **الكسر القسري اللون على الساخن** كسر قسرى لزمن قصير على الساخن مع تشكيل لون واضح في منطقة الكسر.	4 و 5	تشبه صورة الكسر ذلك الكسر القسرى اللون فى درجة حرارة الغرفة (ويتاثر بالإضافة إلى ذلك بدرجة الحرارة والزمن والوسيط المحيط) ، ويمكن ان يظهر نتاج تفاعل بين المادة والوسيط المحيط وغالباً ما يكون موقع الكسر فى المواقع الحرجة حيثما تتوجه الإجهادات الحرارية والميكانيكية يمكن ان تكون نواتج التفاعل واللون بمعامل التطبيع مثلما جاء فى بنه 4 1.1.4	يمكن ظهور تشكل البنية إذا امكن التقييم بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح فتبدو الصورة بشكل عام كالكسر القسرى اللون إلا ان التقييم يصعب بسبب وجود نتاج التفاعل.			ظروف التحميل فى التشغيل (الحمل ، ودرجة الحرارة) تتجاوز حدود مقاومة المادة للإجهادات .	

	نوع التلف	مظهر التلف: شكل	مظهر التلف: الفحص الماكروسكوبي	مظهر التلف: الفحص الميكروسكوبي	مظهر التلف: مشاهدات أخرى	إحتمالات أسباب التلف والتحميل	تطـور التلـف	ملاحظـات
4.1.1.4	**كسر الزحف** **كسر قسرى على الساخن** عند التحميل الأستاتى او شبه الأستاتى لزمن طويل	6, 7	تشبه صورة الكسر في اهم معالمها الكسر القسرى القصيف او اللدن على الساخن، يكون نمط الكسر موازياً لسطح الكسر (شكل 6) غالباً مايكون موقع الكسر في المواقع الحرجة حيثما تتجمع الإجهادات الحرارية والميكانيكية. يمكن ان يكون نتاج التفاعل واللون بمعاملة التطبيع مثلما جاء في بند 1.1.1.4.	كثيراً ماتظهر شروخ محترقة عمودية على إتجاه التحميل، فجوات (Cavities) على حدود الحبيبات. يمكن ان يحدث تغير في البنية بتاثير درجة الحرارة والإجهادات. الميكرسكوب الالكترونى الماسح، غالباً يصعب تقييم سطح كسر التشغيل بسبب نتاج التفاعل. يمكن التعرف بالميكرسكوب الالكترونى الماسح على فجوات زحف ممزقة على حدود الحبيبات وذلك بعمل كسر لاحق عند درجات حرارة منخفضة (باستخدام النيتروجين السال على سبيل المثال) بالقرب من الكسر الحادث بالتشغيل. كثيراً ماتظهر مستويات كسر متماسكة خلال مستويات القص.	كثيراً ماتكون قيم مقاومة المادة ومقاومة تشكيلها منخفضة في منطقة التلف.	الزمن – درجة الحرارة – الحمل – ويكون تاثير درجة الحرارة اكثرها.	كسر مع انفعال زحف واضح، تقدم متزايد للتشكيل اللدن (الحقبة الثالثة من الزحف) في المقطع الحمل يصحب ذلك تكوين ضخم من الفجوات والشروخ الدقيقة التى تتجمع وتتحد لتكون شرخاً كبيراً. كسر زحف قصيف، كسر عفوى بدون تشكيل لدن واضح.	يمكن ان تقل مقاومة الزحف بالتاثير الكيميائى مثل الغازات الساخنة والأملاح المنصهرة.
2.1.4 1 2.1.4	**كسر الكلال بالاهتزازات تحت الإجهادات المتغيرة في درجات الحرارة المرتفعة.** **كسر الكلال على الساخن والإهتزازات بتردد حمل اقل من 10^4**	8, 9, 10	تشبه صورة الكسر بصفة عامة تلك الكسور بالإهتزازات في درجات حرارة الغرفة وتتاثر بالإضافة إلى ذلك بالحرارة والزمن والوسيط المحيط. وكثيراً مايظهر نتاج التفاعل بين المعدن الأساسى والوسيط المحيط. تكون الوان اسطح الأجزاء واسطح كسور الإهتزازات وباقى اسطح الكسور مختلفة في معظم الأحيان بسبب اختلاف ظروف التاكسد. مواقع الكسر تتفق مع مواقع كسور الإهتزازات في درجة حرارة الغرفة، ويمكن ان تتاثر بتوزيع درجات الحرارة.	يمكن في السبائك الأستنيتية والتيتانيوم ان تظهر اسطح منفصمة بخطوط اهتزازات (الحقبة الأولى) عند بدء الكسر وبدرجة تتوقف على درجة الحرارة ويكون ذلك بصفة خاصة قرب السطح. يكون تطور الكسر متوقف على المادة وعلى درجة الحرارة فيكون غالباً عبر الحبيبات او بين الحبيبات او خليط بينهما، ومع زيادة فترة تردد الحمل يزداد قدر تطور الكسر بين الحبيبات بسبب عملية الزحف. الميكروسكوب الالكترونى الماسح، كثيراً ماتظهر خطوط الاهتزازات (شكل 9). كما توضح الشروخ الجانبية المستعرضة مع إتجاه تطور الشرخ حالة اقل عدد مرات تردد الحمل الموافق للتحميل المرتفع. وكثيراً مايصعب تقييم سطح الكسر بسبب الأكسدة العنيفة.		تجاوز حدود مقاومة الكلال للمعدن بسبب الإجهادات الميكانيكية في مدى التشكيل اللدن. ويشجع بدء الشرخ الطبقات السطحية القصيفة (مثل طبقات الانتشار Diffusion) وتقدم الشرخ بصورة متعجلة في المناطق السطحية.	يستمر تشكل المادة بصورة مترددة إلى ان يبدا حدوث شرخ، ويتقدم الشرخ بسبب تردد لحمال كبيرة بدرجة كافية. ويحدث الانهيار النهائى بسبب زيادة التحميل على الجزء المتبقى من المقطع.	كثيراً ماتكون التحميلات الميكانيكية في كسور الكلال على الساخن في الترددات البطيئة LCF ثابتة و/او تكون متراكبة مع إجهادات حرارية مترددة.

	نوع التلف	مظاهـــــــــر التلـــــــــف				إحتمالات اسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظـــــات
		شكل	الفحص الماكروسكوبى	الفحص الميكروسكوبى	مشاهدات اخرى			
2 2.1.4	كسر الكلال على الساخن بتردد حمل يزيد عن 10^4	11, 12	شكل الكسر، موقع الكسر ونواتج التفاعل والتلون مثلما جاء في بند 1 2.1 4.	يكون تطور الكسر متوقفاً على المادة ودرجة الحرارة فيكون غالباً عبر الحبيبات او بين الحبيبات او خليط بينهما. الميكروسكوب الالكترونى الماسح، لايمكن تقييم سطح الكسر بسبب الأكسدة العنيفة ويمكن ان توجد خطوط الاهتزازات في الظروف المناسبة.		تجاوز حدود مقاومة الكلال للمادة بسبب الإجهادات الميكانيكية في المدى الذى يغلب عليه التشكيل المرن ويشجع بدء الشرخ الطبقات السطحية القصيفة (مثل طبقات الانتشار وتقدم الشرخ بصورة متعجلة في المناطق السطحية).	مثلما جاء في البند 1.2.1.4	كثيراً ماتكون التحميلات الميكانيكية في كسور الكلال على الساخن في الترددات المرتفعة HCF ثابتة و/او تكون متراكبة مع إجهادات حرارية مترددة.
3.1.4	الكسر بتغير درجة الحرارة (الكلال الحرارى) الكسر بالتحميل الحرارى المتغير		شكل الكسر وموقعه ونواتج التفاعل والتلون مثلما جاء في بند 1 2.1.4.	يكون مسار الكسر عبر الحبيبات او على حدودها او الخليط بينهما على حسب المادة ودرجة الحرارة. كثيراً مايكون الشرخ متسعاً وبه نتاج التفاعل حتى منبته. الميكروسكوب الالكترونى الماسح ، كثيراً مايستحيل تقييم اسطح الكسر بسبب التاكسد الشديد، ويمكن رؤية خطوط الإهتزاز في الظروف المثلى، كما توضح الشروخ الجانبية المستعرضة مع إتجاه تطور الشرخ حالة اقل عدد مرات تردد الحمل الموافق للتحميل المرتفع. ويمكن ايضاً ان تظهر فجوات مشابهة لتحميل الزحف.		تجاوز مقاومة الكلال للمادة بسبب تردد التمدد الحرارى.. منبت الشرخ يمكن ان يكون بسبب وجود طبقات سطحية قصيفة (مثلاً طبقات إنتشار) ويتعجل تطور الشرخ في المدى السطحى (شكل 10).	مثلما جاء في 1 2.1.4	كثيراً مايكون التمدد الحرارى المتردد ثابتاً في نطاق تردد درجة الحرارة، او يتراكب هذا التمدد مع التحميل الميكانيكي. يؤدى ارتفاع جزء التحميل الأستاتى الى تغيير صورة الكسر في إتجاه كسر الزحف.
2.4	التشرخ على الساخن، إنفصام للمادة لايغطى مساحة المقطع كلها ويتوقف مداه على تاثير درجة الحرارة							
1.2.4	شرخ إجهادات اللحام	13, 14, 15	شروخ فردية يتوقف إتجاهها على حالة الإجهاد. موقع الشرخ في درزة اللحام او بجوارها على السطح في مدى المنطقة المتاثرة بالحرارة (شكل 13). كذلك شروخ تحت السطح. نتاج التاكسد على جوانب الشرخ إذا وجدت. شروخ في درجات الحرارة العالية.	يغلب مسار الشروخ بين الحبيبات (شكل 14) بشكل مدرج على طول مناطق التباين في التركيب للمادة الاساسية (شكل 15) شروخ في المنطقة المتاثرة بالحرارة.	كثيراً ماتكون الصلادة متباينة في منطقة درزة اللحام مع قابلية تشكيل ضنيلة في منطقة الشرخ، في الشروخ المدرجة يشاهد تخصر اللوح في إتجاه السمك.	إجهادات ذاتية (متبقية) متعددة الإتجاهات بسبب ظروف اللحام غير الملائمة (مثلاً، اسلوب تتابع خطوات اللحام، طريقة التسخين، مادة الحشو) والمعدن الملحوم وشكله.	تكوين شرخ عند التبريد بعد اللحام او بعد المعالجة الحرارية اللاحقة.	تكوين الشروخ التالية مالوفة على حسب ظروف التكوين وموقع شروخ إجهادات اللحام. شروخ إجهادات اللحام، شرخ تحت درزة اللحام، شرخ بجوار درزة اللحام، شرخ تحت الكسوة السطحية، شرخ رقائقى، شرخ الاسترخاء، شرخ التخلص من الاجهادات.
2.2.4	شرخ الزحف	16, 17	غالباً تظهر شروخ فردية متعددة او حقول منها مع تصدع في جوانبها. يكون الموقع في المنطقة الحرجة لتجمع التحميلات الحرارية والميكانيكية احتاق على جوانب الشروخ، الوان اكسدة.	مسار الشرخ بين الحبيبات تفرع الشروخ، تفكك البنية، إمكان تغير في البنية مثل تكوين برليت، ترسب كربيد على حدود الحبيبات على حسب البنية الأصلية. الميكروسكوب الالكترونى الماسح، مثل الكسر القسرى اللدن. يصعب التقييم لوجود نتاج التفاعل.	تنخفض قيم مقاومة الإجهادات وقابلية التشكيل بصفة عامة.	الزمن – درجة الحرارة – التحميل ويكون تاثير درجة الحرارة اهمها.	تشكيل لدن متزايد متقدم (الحقبة الثالثة للزحف) في المقطع الحمل، يصحبه تكوين شروخ دقيقة ومسام تتالف لتكوين شروخ كبيرة.	

	نوع التلف	مظهـــر التلـــف: شكل	مظهـــر التلـــف: الفحص الماكروسكوبى	مظهـــر التلـــف: الفحص الميكروسكوبى	مظهـــر التلـــف: مشاهدات اخرى	إحتمالات اسباب التلف والتحميل	تطـــور التلـــف	ملاحظـــات
3 2.4	شرخ تغير درجة الحرارة (شرخ الكلال الحرارى، شرخ الصدمات الحرارية)	18, 19, 20	عموماً تظهر شروخ فردية متعددة (شكل 18) وكثيراً ماتظهر شبكة شروخ واضحة. الموقع في المنطقة التى بها ارتفاع شديد للحرارة. يمكن ظهور نتاج الاكسدة على جوانب الشرخ – الوان الأكسدة.	تسرى الشروخ غالباً بين الحبيبات (شكل 19) تكون عادة مستقيمة في الفولاذ الفريتي، وفي الاستنيتي وسبائك النيكل – كروم تتجه جزئياً مع خطوط الانزلاق للتشكيل المتردد.		تردد التغير الحرارى والانحدار الحرارى في الجزء.	تنتج إجهادات متعددة الاتجاهات مترددة بسبب تكرر تغير درجة الحرارة والتى تؤدى بقضائها على قابلية التشكيل إلى تكوين شروخ.	يمكن ان تحدث شروخ بعد عدد قليل من مرات تغير درجة الحرارة إذا كان معدل تغير درجة الحرارة مرتفعاً (الصدمة الحرارية).
4.2.4	شرخ التجليخ		غالباً شروخ عديدة ملساء متوازية متقاربة، احياناً شروخ شبكية، تغلب الشروخ العمودية على إتجاه التجليخ. الموقع في الأماكن المجلخة – تلون بالتطبيع ممكن (احتراق بالتجليخ).	شروخ ملساء عبر الحبيبات غير عميقة، يمكن التعرف على تغير البنية بسبب التسخين بالتجليخ عن طريق نمش السطح.	يمكن التعرف على التغير الموضعى للصلادة بإختبار الصلادة بالحمل الصغير (الصلادة الدقيقة).	إجهادات حرارية موضعية محدودة.	تؤدى ظروف التجليخ غير المناسبة إلى التسخين الموضعى المرتفع. يؤدى التغير الحجمى وفي البنية إلى شروخ في المواد المنخفضة في قابليتها للتشكيل.	
5.2.4	شرخ التصليد	21, 22	تكون غالباً شروخ فردية ملساء. الموقع غير محدد ويتوقف على شكل الجزء وظروف المعالجة الحرارية. يمكن مشاهدة ناتج الاكسدة على جانبى الشرخ وكذلك التلون بالأكسدة.	يكون مسار الشرخ بين الحبيبات، ويندر ان يكون عبرها. وغالباً تكون المنطقة عند الحافة مزال كربونها، ويتبت الشرخ غالباً بسبب الإبر المرتنسيتية الطويلة وتراكم الكربيد والانصهار الموضعى.		تباين كبير في الإجهادات عند التسقية (التبريد المفاجىء) وبصفة خاصة عند التغيرات في المقاطع.	تنشأ إجهادات على الشبكة البللورية وإجهادات في البنية وإجهادات التقلص اثناء عملية التصليد عند تجاوز هذه الإجهادات مقاومة التماسك للمادة، تنشأ الشروخ.	
6.2.4 1.6.2.4	شرخ التسخين (شرخ تباين التركيب) شرخ التجميد	23	شرخ زجزاجى على الأسطح للتجمدة او عند الانتقال بين القطاعات للتباين سمكها في الجسم المصبوب. في حالة اللحام في خط اللحام او في المنطقة المتاثرة بالحرارة.	يكون مسار الشرخ على حدود الحبيبات الدندريتية (الشجرية) او على طول بواقى المنصهر في حدود الحبيبات. الميكروسكوب الالكترونى الماسح، انفصال بين الحبيبات مع شروخ جانبية واضحة. بنيات ثانوية.	بارتفاع درجة الحرارة تنخفض قيم مقاومة الإجهادات وقابلية التشكيل بإزدياد عدد الشروخ. يمكن التعرف بالتحليل الدقيق على الكبريتيد والأكسيد والكربيد والبوريد والمركبات المعدنية منخفضة الانصهار.	إجهادات تقلص عند التبريد. وجود بواقى منصهر (تباين دقيق في التركيب). يلزم الشرخ التجمد تبلور سنبكي (جزءى) للبنية الأولية.	إنحباس بعض المنصهر نو درجة الإنصهار المنخفضة بين البللورات (الشجرية بصفة خاصة) اثناء التجمد، ينجم عن ذلك شقوق عندما لايكفى المنصهر ملء الثغرات الناشئة عن التقلص.	تشجع الحبيبات الغليظة تكوين الشروخ على الساخن وتنشا مثلاً في حالة إتساع الفجوة بين درجتى حرارة المنصهر والمتجمد او التبريد البطىء. العناصر المسببة لذلك في الفولاذ هى الكبريت والفسفور والسليكون وعناصر التسابك الفلزية الضئيلة.
2.6 2.4	شرخ الانصهار	24	شرخ زجزاجى في مناطق الأجزاء المفرط في تسخينها وفي المنطقة المتاثرة بالحرارة من اللحام.	يغلب مسار الشروخ بين الحبيبات. الميكروسكوب الالكترونى الماسح ، يمكن التعرف على طبقات MnS في تراص مستو تكون قد تكونت فوق درجة حرارة 1380° بنيات ثانوية في المادة الأساسية.	مثلما جاء في بند 1.6.2.4	مثلما جاء في بند 1.6.2 4	يوجد على حدود الحبيبات صنف ثان درجة انصهاره دون درجة انصهار المادة الأرضية ينصهر هذا الصنف موضعياً بالتسخين ويمكن ان تكون حسب قابلية البلل غشاء سائلاً يتوزع على حدود الحبيبات. تؤدى إجهادات التقلص اثناء التبريد إلى إنفصام الارتباط الضعيف بين الحبيبات.	يسمى انصهار FeS فوق 1200° كذلك تشرخاً مناسباً نلاحظ تكون شروخ في السبائك التى اساسها النيكل والفولاذ الاستنيتي عند التبريد بين 900°C1100 بسبب انخفاض قابلية التشكيل، الا ان هناك شرخ من نوع آخر ، شرخ بجانبين خاليين من الصنف المنصهر. السبب، منع عملية إنهيار المقاومة لذوبان درات الكربون والنيتروجين.

	نوع التلف	مظهر التلف				إحتمالات أسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
		شكل	الفحص الماكروسكوبى	الفحص الميكروسكوبى	مشاهدات أخرى			
7.2.4	شرخ لحام مونة	25, 26	شرخ سطحى متفرع يتكون في نطاق انصهار العنصر الفلزى ذى درجة حرارة الانصهار المنخفضة ويقع تحت إجهادات شد.	مثلما جاء في بند 1.1.1.4 (كسر اللحام بالسبائك).		قصافة المادة – إرتفاع درجة الحرارة والتحميل، التلامس مع عنصر فلزى بالسبيكة ذى درجة حرارة انصهار منخفضة.	تشقق بسبب غزو صنف معدنى منصهر على حدود الحبيبات في منطلق معرضة لإجهاد شد.	يمكن إعتبار شرخ اللحام بالسبائك حالة خاصة من شرخ إجهاد التآكل عندما يحل الفلز المنصهر محل الوسيط المؤدى للتآكل.
3.4	**التشويه الحرارى** تشويه تحت إجهاد إستاتى او شبه إستاتى عند درجة حرارة مرتفعة.							
1.3.4	**انفعال دائم (متبقى) (استطالة)**	27	يرى او يقاس تغير في الطول (إستطالة) في إتجاه التحميل الرئيسى في المناطق الحرجة حيث تتجمع الاجهادات الحرارية والميكانيكية. الوان مختلفة للتطبيع تتوقف على الزمن او درجة الحرارة والوسيط المحيط. يمكن تواجد ناتج تفاعل بين المادة الأصلية والوسيط المحيط. طبقات مغطية غالباً متشققة او متكسرة. يمكن حدوث تخصر.	تغير في البنية حسب البنية الأصلية مثل تكوين برليت وترسب كربيد على حدود الحبيبات. يمكن رؤية مسام دقيقة في حالة تحميل الزحف.	في تحميل الزحف عموماً تنخفض قيم مقاومة الإجهادات وقابلية التشكيل.			
2.3.4	**انفعال الضغط/المتبقى (التقلص)**	27	مثلما جاء في بند 1.3.4 إنما يحدث تقلص ينقص الطول ويمكن ان يحدث انتفاخ.	يمكن ان تتغير البنية نمطياً على حسب البنية الأصلية بتكوين برليت وترسيب الكربيد على حدود الحبيبات.	مثلما جاء في بند 1.3.4	تجاوز حد الخضوع على الساخن بتحميل الضغط.	تشوه (تشكيل) لدن	
3.3.4	**الانتفاخ**	28	يشاهد تغير في القطر يمكن قياسه او يحدث تشوه محدود (انبعاج) في الانابيب والأوعية. عدا ذلك يكون المظهر مثلما جاء في البند 1.3.4.	يمكن التعرف على التشوه او التسخين الزائد في البنية ويمكن مشاهدة مسام دقيقة (فجوات) في حالة تحميل الزحف.	مثلما جاء في بند 1.3.4 نقص في سمك الجدران يمكن قياسه.	تجاوز حد الخضوع على الساخن او الزحف تحت ضغط داخلى.	تشوه (تشكيل) لدن	
4.3.4	**الانبعاج (في الحالة المستقرة انبعاج الأنابيب مثل الانتفاخ 3.3.4)**	29	تغير في الشكل الهندسى الأصلى، يحدث تغير موضعى محدود في الشكل في مستوى واحد او في السطح القشرى للوعاء في مدى القشرة السطحية في المواقع الحرجة التى تتجمع فيها الإجهادات الحرارية والميكانيكية. نتاج تفاعل وتلون بالتطبيع مثلما جاء في بند 1.3.4.	يمكن التعرف على التشوه او التسخين الزائد في البنية.		تولد إجهادات ضغط حرارية او انخفاض مقاومة الاجهادات الحرارية للمادة.	انخفاض مفاجىء في استقرار الشكل، نقص إجهادات الضغط بالانبعاج. انخفاض في استقرار الشكل في حالة إجهاد الضغط بتاثير الحرارة.	
5.3 4	**التشويه والإعوجاج**	30	تغير موضعى او كبير في الشكل الهندسى للجزء في مجال التاثير الحرارى غير المنتظم.	يمكن رؤية تغير في البنية عند التشويه بالتصلد.		توزيع حرارى غير منتظم في التسخين وفي التبريد. في حالة التشويه بالتصلد يمكن ان يحدث تغير في الحجم بسبب تحول في البنية Transformation.	تشوه الجزء بسبب الإجهادات الحرارية غير المنتظمة.	

نوع التلف	مظهر التلف: شكل	مظهر التلف: الفحص الماكروسكوبى	مظهر التلف: الفحص الميكروسكوبى	مظهر التلف: مشاهدات اخرى	إحتمالات اسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
4 4 الإتلاف الحرارى 1.4 4 للاسطح النعتم		تلون اسطح الفلزات التى تلامس شريك التفاعل، ويتوقف اللون على المادة والزمن ودرجة الحرارة والوسيط. يمكن ان يمتد تغير اللون إلى مدى بعيد.			تاثير وسيط سائل وغازى على سطح المادة، ويؤثر كل من درجة الحرارة والزمن على تغير اللون.	تفاعل سطح الفلز مع الوسيط المحيط مع تكوين طبقات رقيقة من نتاج التفاعل مثل الاكاسيد والكبريتيدات.	لايجوز الخلط بين تلون التطبيع وتلون التلدين (التخمير). بصفة عامة يحدث فقط اضرار بالصورة المظهرية. نقص في خواص مقاومة التاكل مثل الفولاد الأستنيتى. مؤشرات لإمكان إتلاف المادة مثل التيتانيوم.
2.4 4 القشور السطحية Scalung	31	تظهر نتاج تفاعل ملونة على اسطح المنطقة المتاثرة بالحرارة والتى تلامس اوساط مؤكسدة. طبقات متراكمة، متماسكة او قابلة للتقشر ملساء او خشنة او متشققة. تختلف الألوان حسب الفلز فتكون مثلاً مع سبائك الحديد بنى محمر إلى اسود.	ينمو على المادة الأصلية طبقات من صنف او عدة اصناف والتى قد تكون متجانسة او مسامية. حد واضح بين المادة الأصلية والطبقات النامية (المتكونة). الميكروسكوب الالكترونى الماسح: يمكن التعرف على بينة نمطية.	يمكن ان تشير القشور السطحية إلى تغير خواص المعدن الأصلى.	تاثير وسيط مؤكسد مثل الاكسوجين وثانى اكسيد الكبريت او بخار الماء على سطح فلزى في درجة حرارة مرتفعة.	تكوين طبقات سطحية متلاصقة من نتاج التفاعل بين الوسيط العدوانى والمادة في نفس الوقت ينمو على سطحى المادة الأصلية قشور اكاسيد الحديد من الفلزات والسبائك فتنمو الطبقة الخارجية وتمتص الداخلية بحبيبات الفلز وتغزو المادة.	يمكن التعرف على نتاج الاكسدة بواسطة الأشعة السينية بالفحص الدقيق للبنية.
3 4.4 التاكسد بالبخار الساخن	32 33	طبقة اكسيد رقيقة ملتصقة في المنطقة المواجهة للبخار الساخن مع تحميل شد مناظر والتى تزال كلية او تنتزع موضعياً بتاثير ميكانيكى او حرارى او كيميائى. يتراوح التلون بين رمادى وازرق او مائل للبنى على حسب السبيكة. تتكون الطبقة من مجنتيت Fe_3O_4 Magnetite كثيراً ماتكون غير نقية لانتقال عناصر التسابك في الطبقة فوق درجة حرارة 570C° وتكون FeO وستيت Wustite.	طبقة اكسيد مكونة من رقيقتين متساويتين في السمك. واحدة فوقية بشكل محيطى مغلف والثانية تحتية بشكل طبوغرافى. تشاهد شروخ حزية بدون تاكسد بين الحبيبات وبدون تفرعات.		تكرار إتلاف طبقة الاكسيد بالتمدد الميكانيكى او الحرارى الكبير او التفاعل الكيميائى.	أ. **المؤثرات الميكانيكية:** عند تذبذب الإجهادات يتكرر تمزق طبقة الاكسيد عند منطقة تركيز الإجهاد (مثلاً الأركان الحادة) تكوين شروخ حزية. ب. **المؤثرات الحرارية:** انظر شرح الصدمات الحرارية. جـ. **المؤثرات الكيميائية:** يوجد امتصاص عميق في اسطح كبيرة (كانت تسمى تمزق التاكل بالبخار). إذا تكرر توفير طبقة الاكسيد او اعيق شفاؤها.	تنمو طبقة الأكسيد مع الزمن بعلاقة تتبع منحنى القطع المكافىء وهى غير خالية من الإجهادات. وإذا ظلت سليمة فإنها تحمى الفلز من كل تاكل لاحق.
4.4 4	34, 35	مثلما جاء في بند 3.4 4	طبقة اكسيد كثيفة تكون في ناحية الماء غليظة الحبيبات نسبياً وغير متماسكة. الية التكوين فوق درجة 250°C مثلما جاء في بند 3.4.4		مثلما جاء في بند 3.4.4	مثلما جاء في بند 3 4.4	تنمو طبقة الأكسيد مع الزمن بعلاقة خطية وهى خالية من الإجهادات. وإذا ظلت سليمة فإنها تحمى الفلز من كل تاكل لاحق.

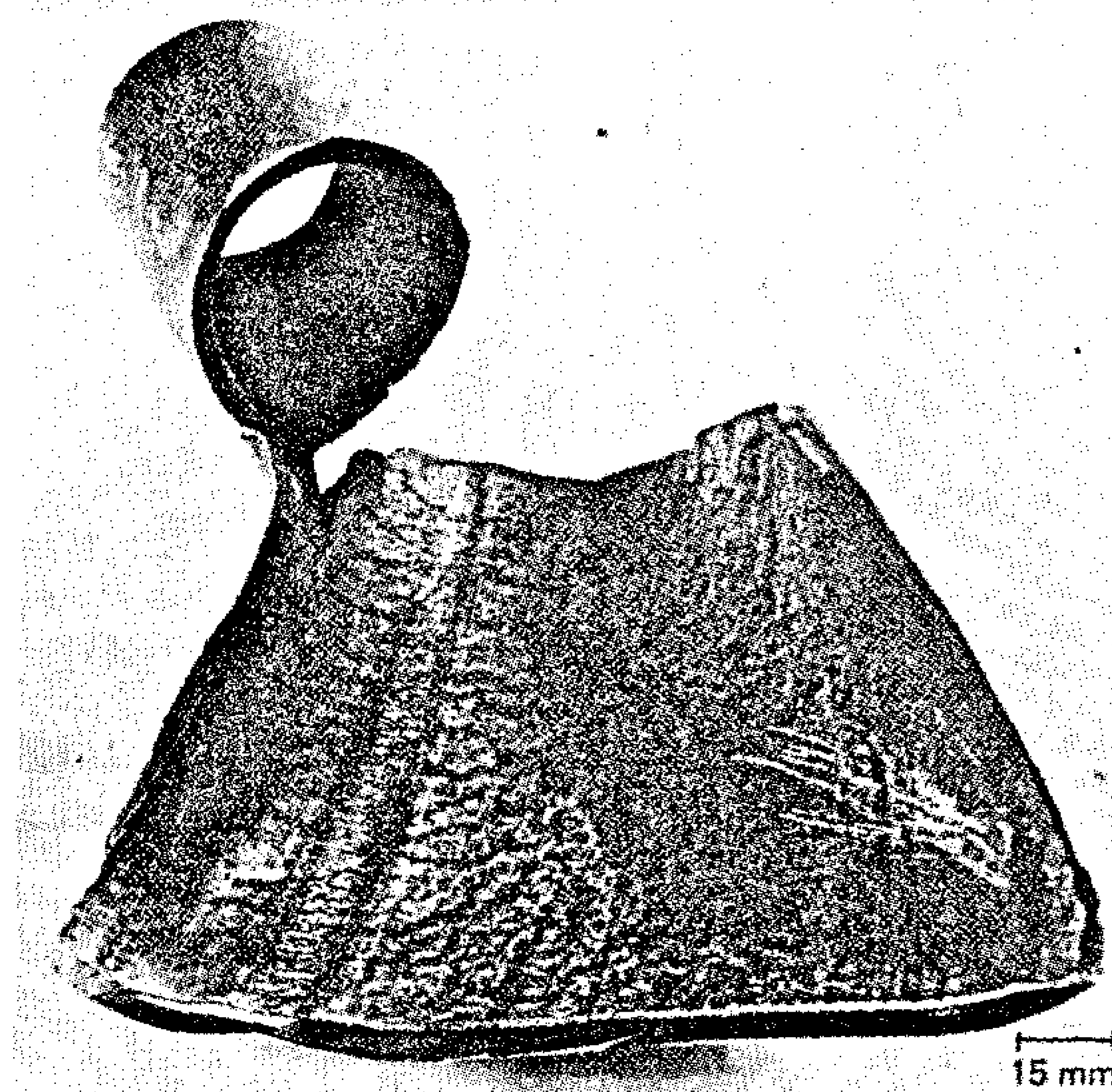
	نوع التلف	مظهر التلف: شكل	مظهر التلف: الفحص الماكروسكوبى	مظهر التلف: الفحص الميكروسكوبى	مظهر التلف: مشاهدات اخرى	إحتمالات أسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
5.4.4	**التآكل بالصهر (انصهار الأملاح او المعادن)**	36	تآكل سطح الفلز بصورة منتظمة او حفرية او تغير في السطح لتكوين سبيكة. آثار مهاجمة السطح في التيارات الغازية من ناحية تدفق الغاز.	يكشف عن تكوين السبائك ميتالوجرافياً في حالة مهاجمة السطح بفلز منصهر. في حالة المهاجمة باملاح منصهرة يحدث تآكل بين الحبيبات (شكل 36) او تآكل منتظم على نوع المهاجمة.		المهم هى درجات الحرارة التى تختلط مصهورات الفلزات وتظل المصهورات سائلة. في حالة مصهورات الأملاح تلعب درجة الحرارة وتركيب صنف الغاز دوراً في ذلك.	يمكن ان تنصهر اجزاء من الفلزات او الأملاح في درجات الحرارة العالية (تدفق غازات ساخنة) وتهاجم سطح الفلز تحتها. تؤدى مصهورات الفلزات إلى تكوين سبائك. في مصهورات الأملاح تحدث تفاعلات كهروكيميائية تتلف بنية سطح الفلز.	
6.4.4	**التآكل في درجات الحرارة العالية.** إتلاف بأكسدة المعادن والسبائك بالغازات الساخنة والمواد المنصهرة والجامدة							
1.6.4.4	**التآكل في الغازات الساخنة في درجات** حرارة تفاعل فوق نصف درجة انصهار مواد درجة الحرارة المرتفعة	37	مهاجمة اسطح الفلزات التى تتعرض لغازات عدوانية ساخنة. تتأثر بشدة بدرجات التدفق (النحات–التآكل). تتكون اكاسيد فلزية واكاسيد مختلطة (معدنية وغيرها) وكبريتيدات فلزية ونيتريدات غالباً في صورة طبقات تفاعل محصورة على حسب السبيكة تتقشر بصورة جزئية بتآكل المادة. تآكل كبير في المواقع المكشوفة مثل الحواف او المواقع زائدة التسخين او عند التركيزات الموضعية للعناصر المعرضة للتآكل في السبيكة (حدود الحبيبات، الكربيدات). تختلف المواد اللدنة عن تلك القابلة للصب. الألوان المكنة: بنى محمر، اخضر، ازرق، رمادى، اسود، على السبيكة.	تآكل بصورة طبقية و/او انتقائية Selective (حدود الحبيبات) على حسب السبيكة يحدث في مناطق الحواف التى تفتقر إلى عناصر التسابك (الكروم والألومنيوم والتيتانيوم). يمكن تواجد كبريتيات على حدود سطح اكسيد الفلز، كربنة او نقص كربونى او نتردة عند مناطق الحواف للمادة. يشاهد على السطح كربيدات حدود الحبيبات متفككة بشكل بثور. الميكروسكوب الألكترونى الماسح، بنية سطحية متباينة على قدر مدى التآكل. يمكن التفرقة بين الترسبات التى تؤدى إلى تآكل موضعى عنيف (مثلما سيجىء في بند 264.4) وبين تاثير مركبات السبيكة (مثل الكربيدات).	إرتفاع في الصلادة بالتكربن والنتردة، وانخفاض في مقاومة الإجهادات بنقص الكربون وتخثر Coagulation الكربيدات وتغير البنية عند الحواف يمكن التعرف على الكبريتيدات والنيتريتيدات بالتحليل للنطاق الدقيق وبالأشعة السينية.	مهاجمة اسطح المادة بغازات عدوانية في درجة حرارة مرتفعة. يزداد العداون بعنف عند التحميل الميكانيكى الإضافى.	يحتوى الهواء الساخن بجانب الهواء على مقادير مرتفعة من اكاسيد الكربون والكبريت وبخار الماء واكسيد النيتروجين. وهذه المركبات تؤدى إلى الإتلاف عن طريق التفاعل مع السبيكة (الأكسدة مثلاً) ومايتبعها من استهلاك وتغيرات في المادة.	كثيراً ما تُعد المواد المقاومة لدرجة الحرارة العالية بطبقة واقية وهذه تعطل التآكل حتى تستهلك هى او تتلف.

	نوع التلف	مظاهر التلف: شكل	مظاهر التلف: الفحص الماكروسكوبي	مظاهر التلف: الفحص الميكروسكوبي	مظاهر التلف: مشاهدات أخرى	إحتمالات أسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
2.6 4.4	التآكل في الغازات الساخنة وتحت تأثير الأملاح المنصهرة	38	مهاجمة أسطح الفلزات التي تتعرض لغازات عدوانية ساخنة في مدى درجات الحرارة الحرجة حيثما تتجمع مصهورات املاح ناتجة من الهواء والشوائب المصاحبة للمحروقات. يوجد طبقات محترقة خبيثة متضخمة بسبب التأكسد بمعدلات عالية غير مألوفة (تأكسد مدمر). تكون ندبات على السطح وطبقات رقيقة منفصلة، يشاهد تآكل تحت هذه الطبقات المحترقة. توجد علاقة وثيقة بين شكل التآكل ونوع الشوائب والسبيكة ودرجات الحرارة تشبه نتاج التآكل ماجاء في بند 1.6.4 4 وبالإضافة إلى ذلك يمكن للقلويات وكبريتات الفلزات الثقيلة والكبريتيدات أن تأخذ كل درجات الألوان حسب تركيب السبيكة والشوائب الموجودة في الغاز الساخن.	مثلما جاء في بند 1.6.4.4 إلا انه تشاهد مهاجمة موضعية عنيفة في مناطق تجمعات الأملاح مع إتلاف حدود الحبيبات، مع تجمد المنصهر تظهر شبكة اكسيد نافذة. يمكن ان توجد تجمعات كامنة من الكبريتيدات تحت البثور في نطاق الفلز والأكسيد او تكوين يوتكتيك من الفلز وكبريتيد الفلز. الميكرسكوب الالكتروني الماسح ، مثلما جاء في بند 1.6 4.4.	مثلما جاء في بند 1.6.4.4 بالإضافة إلى انه يمكن من خلال فحص نتاج التآكل التعرف على مواد المهاجمة مثل PbO, V_2O_5, As_2O_3, Na_2SO_4	مهاجمة أسطح المادة بغازات عدوانية في درجة حرارة مرتفعة. بالإضافة إلى تجمع املاح في نطاق درجات الحرارة الحرجة. مهاجمة بواسطة خليط اكاسيد منخفضة الانصهار والكبريتات والكبريتيدات من شوائب الغازات الساخنة (مثل V_2O_5, والكبريتات القلوية مع اكاسيد المواد مثل PbO NiO, B_2O_3, MoO_3	يبز في كثير من الفلزات والسبائك فوق درجات حرارة حرجة معينة وفي طبقات ملح منصهرة سائلة تبرز تصرفات شاذة كلية تجاه معدل التأكسد، فيحدث قفز مفاجيء في زيادة معدل التفاعل يترتب عليه إتلاف الطبقات الواقية إذ تحدث تفاعلات كيميائية دورية مع إنتقال ايونات الأكسوجين تؤدى إلى تأكسد سريع مدمر. في حالة نقص الأكسوجين تتكون كبريتيدات فلزات على حدود الصنفين منصهر الكبريتات/الفلز. وفي حدود الهالوجينات فإنه يتوقع هروبها بسرعة من السبائك والطبقات المحترقة. ويمكن أن يبدو الجزء متآكلاً تماماً و/او تفقد من خلال المهاجمة الانتقائية مقاومتها للإجهادات الميكانيكية في وقت مبكر.	
6.4 1 6.4	التلف بسبب عمليات الانتشار انتشار المواد في البنية المحيطة							
1 1.6.4	التلف بالكبريت (الكبردة)		تكون شروخ بين الحبيبات بسبب الكبريتيدات، يمكن وجود يوتكتك منصهر في المناطق التى تلامس فيها الفلزات الكبريت. تلون اسود بنى يشبه غالباً التآكل ويتوقف على تركيب السبيكة.	ازدياد سمك حدود الحبيبات في المناطق السطحية وتفكك الحبيبات. يمكن التعرف على وجود الكبريت في مناطق حدود الحبيبات بالتحليل الدقيق Micro-probe	يشاهد تلف حدود الحبيبات في إختبار الثنى بسبب انفصام حدود الحبيبات حتى بالتشكيل الضئيل.	تلامس مواد تحتوى على النيكل مع مواد كبريتية عند درجات الحرارة المرتفعة. توجد هذه الظواهر في حالة التآكل بالغاز الساخن في جو يحتوى على الكبريت.	تكوين مباشر للكبريتيد H_2S او Se_1 إختزال مصهور الكبريتات عند ضغط جزئى منخفض وذلك تحت طبقات تآكل بواسطة مكونات السبيكة (تكوين يوتكتك Ni/N_3S_2)	
2.1.6.4	النتردة Nitridation	46	تلون الاسطح باللون الرمادى إلى المائل للأصفر في المناطق التى تواجه غازات تحتوى على النيتروجين. يمكن حدوث شروخ سطحية (حقول شروخ) عند تلقى قدر كبير من النيتروجين.	انفصال النيتريدات غالباً في شكل إبرى بالقرب من السطح. يمكن حدوث شروخ دقيقة سطحية عبر الحبيبات.	تصلد، تقصف المادة يمكن التعرف على الإثراء بالنيتروجين بتحليل الطبقات.	وجود غازات محتوية على النيتروجين وارتفاع درجة الحرارة.	تكوين نيتريدات، وإجهادات داخلية وشروخ.	فقد مقاومة التآكل في المواد الغنية بعناصر التشابك (مثل الفولاذ Cr-Ni) ويمكن ان تصاب مواد اخرى بجانب المواد الحديدية.

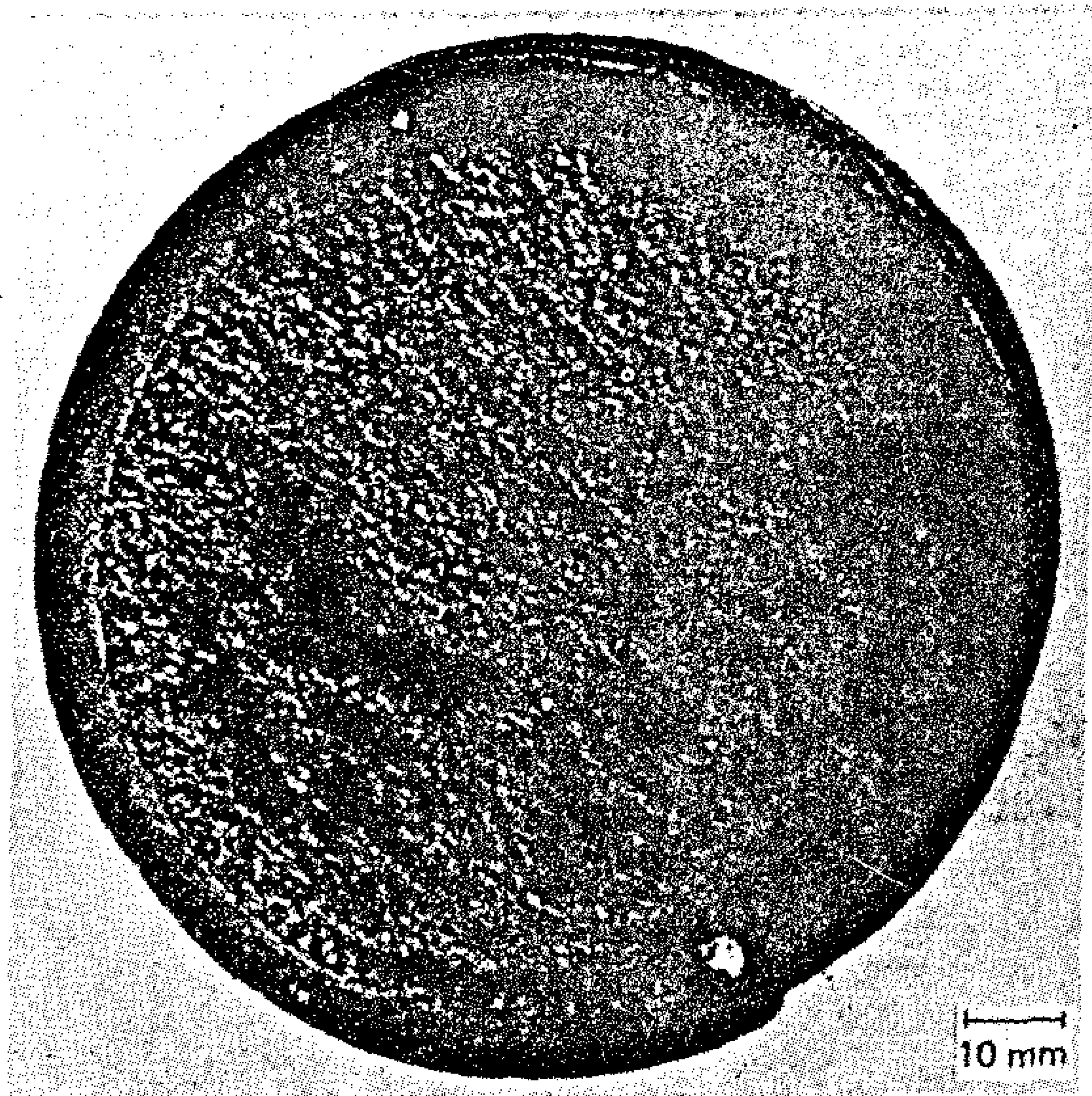
نوع التلف	مظهر التلف: شكل	مظهر التلف: الفحص الماكروسكوبى	مظهر التلف: الفحص الميكروسكوبى	مظهر التلف: مشاهدات أخرى	إحتمالات أسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
3.1.6.4 الكربنة	47	توجد طبقات رمادية إلى سوداء على السطح. يمكن حدوث نقص في الفلز او زيادة في الحجم. احياناً تكون شروخ.	مناطق الحافة قاتمة اللون. وجود حواف كربيدية على حدود الحبيبات تكون مختلفة السمك على حسب درجة التكرين. (شكل 47).	تصلد، تقصف المادة، كسر عبر الحبيبات في مناطق الحافة التالفة. يمكن التعرف على الإثراء بالكربون بتحليل الطبقات.	تاثير انفصام مركبات كربونية في درجة الحرارة المرتفعة.	تكوين كربيدات واجهادات داخلية وشروخ.	فقد مقاومة التآكل في المواد الغنية بعناصر التسابك (مثل الفولاذ Cr-Ni).
4.1.6.4 **تكوين هيدريدات**	48	لايوجد	ترسيبات هيدريدية بشكل إبرى.	تقصف، تصلد. يمكن التعرف بالتحليل على ارتفاع نسبة وجود الهيدروجين.	تاثير انفصام مركبات هيدروجينيه مثلما في حالة اللحام، التحلل الكهربائى والنمش.	تكوين هيدريدات، واجهادات داخلية.	حساسية خاصة لالتقاط الهيدروجين مثلما في لحام التيتانيوم والتنتاليوم والزركونيوم.
5.1.6.4 **مرض التقصف الهيدروجينى (لمواد، الفولاذ، النحاس، التيتانيوم)**	49, 50, 51	يوجد فقاعات وشروخ على السطح في منطقة اللحام للأجزاء الملحومة بالغاز (شكل 50,49).	شروخ بين الحبيبات الميكروسكوب الالكترونى الماسح ، سطح كسر املس في حالة الفولاذ.	تقصف شديد. يمكن التعرف على وجود نسبة مرتفعة غير مسموح بها من الأكسوجين في النحاس.	ضبط لهب اللحام على لهب مختزل في حالة اللحام بالغاز.	تفاعل بين الأكسوجين الموجود في النحاس وجو الهيدروجين المحيط وتكوين بخار ماء في المادة.	تظهر عند لحام النحاس المحتوى على اكسوجين بلحام الصهر بالغاز.
2 6.4 **هروب العناصر من الفولاذ**							
1.2.6.4 **إزالة (إنتقاص) الكربون** Decarburisation		تكون شروخ او حقول شروخ على السطح في المناطق الزائدة التسخين.	في المناطق السطحية المنتقص كربونها، تغلظ الحبيبات. الميكروسكوب الالكترونى الماسح ، يمكن ان تظهر كسور بين الحبيبات عند إزالة (نقص) الكربون.	نقص في الصلادة والتماسك، يمكن التعرف على نقص الكربون بواسطة تحليل الطبقات.	التسخين لدرجات حرارة مرتفعة في جو مؤكسد.	افتقار في الكربون في المناطق السطحية بالتفاعل بين السمنتيت Fe_3C وماحوله يؤدى إلى نقص مقاومة الإجهادات.	
2.2.6.4 **إزالة (إنتقاص) الكربون**		طبقة شديدة السواد إلى خضراء في المناطق زائدة التسخين مركبة من حديد مؤكسد وكروم مع تكوين شروخ.	مناطق سطحية منتقص كرومها مع وجود اجزاء محترقة موجهة على حدود الحبيبات. الميكروسكوب الالكترونى الماسح ، مهاجمة لحدود الحبيبات.	يمكن التعرف على نقص الكروم.	التسخين الزائد وتاثير الدخان المحتوى على كلوريدات على السبائك المحتوية على الكروم، فائض اكسوجين في الغازات الساخنة المتدفقة.	تاكسد انتقائى او معالجة بالكلور يؤديان عن طريق تكوين مركبات متطايرة من كلوريد الكروم CrO_3 إلى نقص في الكروم في المناطق السطحية وعلى حدود الحبيبات. نقص في مقاومة الإجهادات.	

	نوع التلف	شكل	مظهـــــــــر التلـــــــــف: الفحص الماكروسكوبى	الفحص الميكروسكوبى	مشاهدات أخرى	إحتمالات اسباب التلف والتحميل	تطــور التلـــف	ملاحظـــات
7.4.4	**الاحتراق**	39	انطلاقاً من المتطلبات الضرورية للاشتعال الذاتى ومداه في الجزء المعنى وبصفة خاصة درجة حرارة الجزء فإنه تتكون مؤشرات لمدى تاثير درجة الحرارة. مدى الانصهار، مدى الأكسدة، خشونة كبيرة للسطح، الأجزاء الناقصة في الجزء، تكون شرخ، حقول الشروخ. يمكن ان يحدث تلون مختلف يتوقف على ناتج التفاعل بين المادة ووسيط التاكسد (مثل S, C_2, O_2).	تاكسد سطحى موضعى شديد مع احتمال تقدم الأكسدة على طول حدود الحبيبات. الميكروسكوب الالكترونى الماسح ، غير ممكن التقييم به في غالب الأحيان.	يمكن التعرف على زيادة قابلية التقصف في عينات الثنى وعينات الشد.	تاثير حرارى فوق درجة حرارة الإشعـال (مثـل الحك في التربينات). وجـود اوسـاط مؤكسدة وافرة واسطح متاحة كافية للتفاعل. فرصة الإتلاف متاحة في الجدران الرقيقة، ونسبة مساحة سطح إلى حجم كبيرة، انتقال حرارى ضئيل (مثل مسخنات الهواء، مساحيق المعادن والرائش)	كثيراً مايتاح الاحتراق بالتسخين الموضعى الزائد مثل وجود مصادر حرارية دخيلة او احتكاك. بعد الاشعال تحافظ الحرارة المتولدة على عملية الاحتراق باقية حتى تتاح ظروف كافية تهيىء للتاكسد. يمكن ان تكون الأكسدة السريعة في صورة متفجرة مثل احتراق التيتانيوم في الضواغط والتربينات الغازية.	غالباً مايعبر عن الاحتراق بالتاكسد الداخلى مثلما يحدث على سبيل المثال في حالة التسخين الزائد في افران المعالجات الحرارية وفي اللحام وفي الحدادة.
8.4.4	**الصهر** melting on, begin to melt	40, 41, 42	تظهر علامات إنصهار موضعية في المدى المرتفع لدرجة حرارة الجزء، بتكون قطرات، بنية انسيابية، منطقة ملساء مزججة غالباً ماتكون مصحوبة بالاكسدة وتكوين شروخ. وغالباً مالاتظهر تغيرات خارجية ظاهرة إذا وجدت، طبقة اكسيد واقية. يمكن ان يوجد ناتج تفاعلات بين المادة الأصلية والوسيط المحيط بالوان مختلفة.	التعرف على بنية صب في المواد القابلة للتشكيل. تظهر حدود حبيبات مزدوجة عند إنصهار حدود الحبيبات. كثيراً ماتكون خواص النمش Etching متغيرة في المنطقة المنصهرة. الميكروسكوب الالكترونى الماسح ؛ إذا امكن التقييم تظهر بوادر انصهار في المدى الدقيق Micro range وبصفة خاصة على حدود الحبيبات وفي مناطق التباين في التركيب.	احياناً يتعرف على زيادة في تقصف المادة.	تاثير حرارى فوق درجة حرارة انصهار الجزء او وجود اصناف او مناطق منخفضة في درجة حرارة انصهارها.	انصهار اصناف او مناطق مختلفة يؤدى إلى تغير في الشكل او الخواص او تكوين شروخ.	
5.4 1.5 4	**سوء الاداء بسبب الترسيبات** **ترسيبات المراجل** Boiler Scales **ترسيبات الماء** incrustation	43	طبقات معدنية متماسكة مع اسطح بلورية خشنة من الكربونات، الكبريتات، الفوسفات او السليكات. وفي حالة ترسيبات الماء لايوجد فوسفات او كبريتات. اللون الأساسى، ابيض – رمادى، تغيرات في الألوان بالاختلاط مثلاً اللون البنى لأيونات الحديد. تظهر هذه غالباً في ناحية الماء وبصفة خاصة في المواقع المسخنة مثل الأسطح الداخلية للمراجل وغلايات المياه التى بها انابيب حلزونية Coils تسخن بالبخار او بها حزم انابيب تسخين.	تبدو البنية الميكروسكوبية بللورية او ملونة او بنية لا بللورية على حسب التركيب وظروف التكوين. وبصورة جزئية تكون طبقات واضحة.	يظهر بصورة عامة ناتج ترسيبات صلدة وقصيفة وتختلف على حسب ظروف التكوين.	وجود مواد معدنية ذائبة في الماء والتى يمكن ان تترسب فوق او تحت درجة حرارة 100°C	تكوين صنف جامد من المحاليل فوق المشبعة للمعادن في الماء. وتؤدى ترسيبات هذه الأصناف الجامدة إلى إعاقة سريان الماء في الأنابيب او إعاقة التوصيل الحرارى. التلف الناجم ، تسخين زائد، إنحناءات وشروخ.	
2.5 4	**التملح**	44	ترسيبات طبقية او غير طبقية من السليكات والفوسفات والكلوريدات. وتكون الألوان رمادى – بنى – اسود على حسب التركيب. تحدث على جانب الماء في انابيب المراجل والأوعية الأسطوانية Drums وعلى ريش التربينات.	1 ترسيبات غير طبقية ، حبيبات دقيقة مع ترسيبات بشكل عدسات. 2 ترسيبات طبقية ، تراكم الطبقات على التتابع على حسب درجة حرارة التشبع.	طبقات صلدة قصيفة.	وجود مواد معدنية ذائبة في الماء او البخار التى يمكن ان تترسب بتغير الحالة مثل التحول إلى انثالبى (المحتوى الحرارى) منخفضة.	يمكن ان تؤدى ترسيبات الأملاح من الماء او البخار على الأجزاء مثل حالة إعاقة الانتقال الحرارى او نقص في مساحة المقطع تؤدى إلى عدم إتزان او تآكل.	يحدث في انابيب الغليان بسبب التركيز الناشىء عن ارتفاع موضعى في انتقال الحرارة.

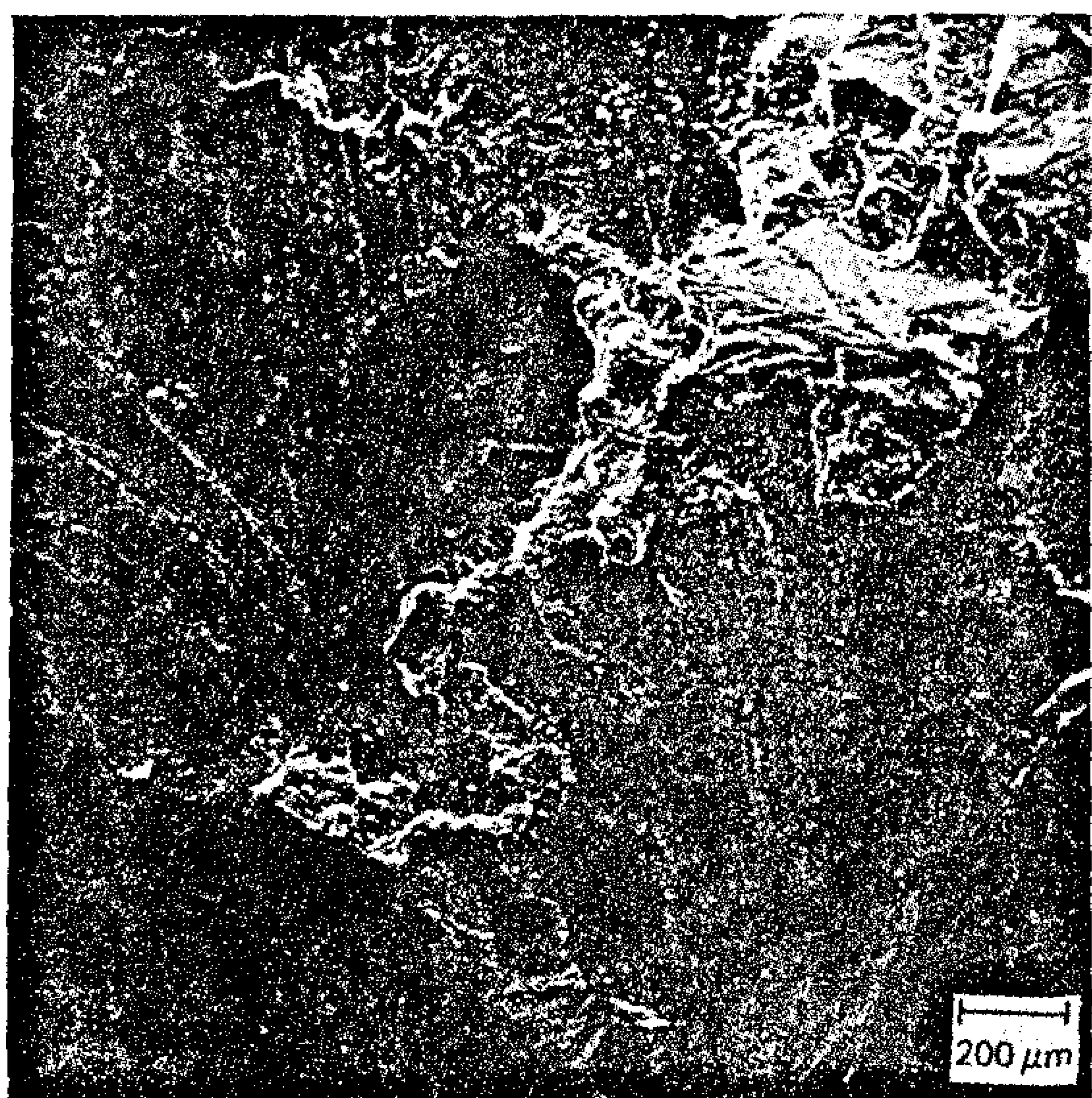
	نوع التلف	مظهر التلف				إحتمالات اسباب التلف والتحميل	تطور التلف	ملاحظات
		شكل	الفحص الماكروسكوبى	الفحص الميكروسكوبى	مشاهدات اخرى			
3.5.4	طبقات السليكا	45	ترسيبات بشكل عناقيد هلامية او بشكل كلوى Kidney form طبقات مزججة، بللورات عمودية قصيرة. وفي حدود ضيقة المواد المعادلة للسليكا، السليكات، اكسيد الحديد. تبدو احياناً بلا لون وبوجود الهيماتيت او المجنيتيت تكون الألوان رمادى إلى بنى.	كثيراً مايكون الشكل كوارتز بللورى بحبيبات صغيرة.	على حسب نوع الترسيب، يتراوح بين هلامى طرى (هلام المرجل) إلى صلد قصيف (زجاج المرجل) SiO_2 مع إمتصاص لأكاسيد الحديد Fe_2O_3, Fe_3O_4	مثلما جاء في بند 2 5.4	ترسب السليكا على ريش التربينات والتى تؤثر على كفاءة الأداء والتشغيل.	كثيراً ماتترسب طبقات على ريش التربينات يزداد الترسيب بانخفاض درجة الحرارة. تكوين السليكات (من 200°C إلى 500°C) بصورة بطيئة. هلام المراجل (50 إلى 300C°)، الكوارتز (100 إلى 100°C).



شكل 4 - انبوب تبخير في مرجل حرق قمامة. تسخين موضعى زائد. المادة St, 35.8 درجة الحرارة اعلى من 500°C ، زمن التشغيل 5000 ساعة.



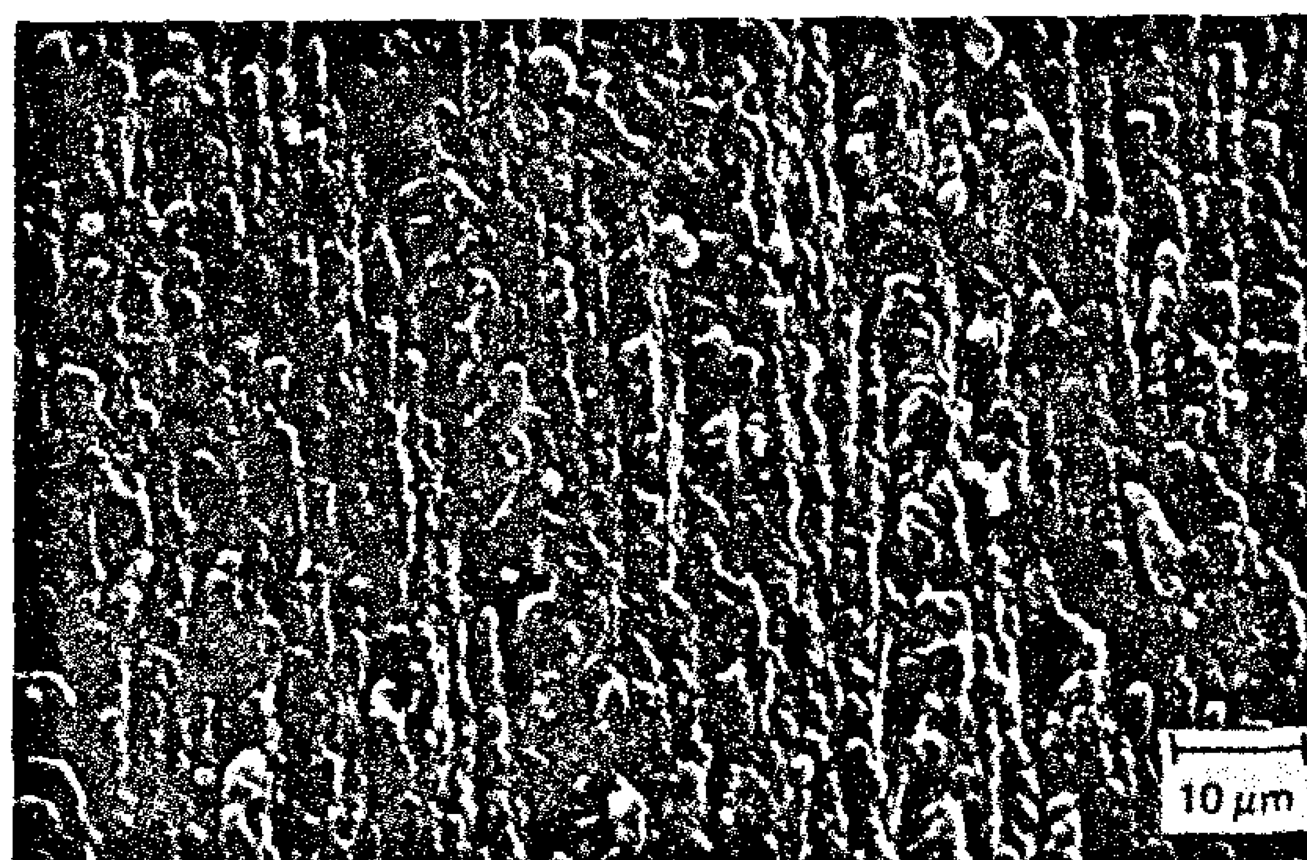
شكل 1 - جزء من مسمار رباط في تربين بخارى، ازدادت قصافته اثناء التشغيل لأكثر من 20000 ساعة، المادة 24 Cr Mo V 55، جهد شد مرتفع، درجة الحرارة دون 500°C .



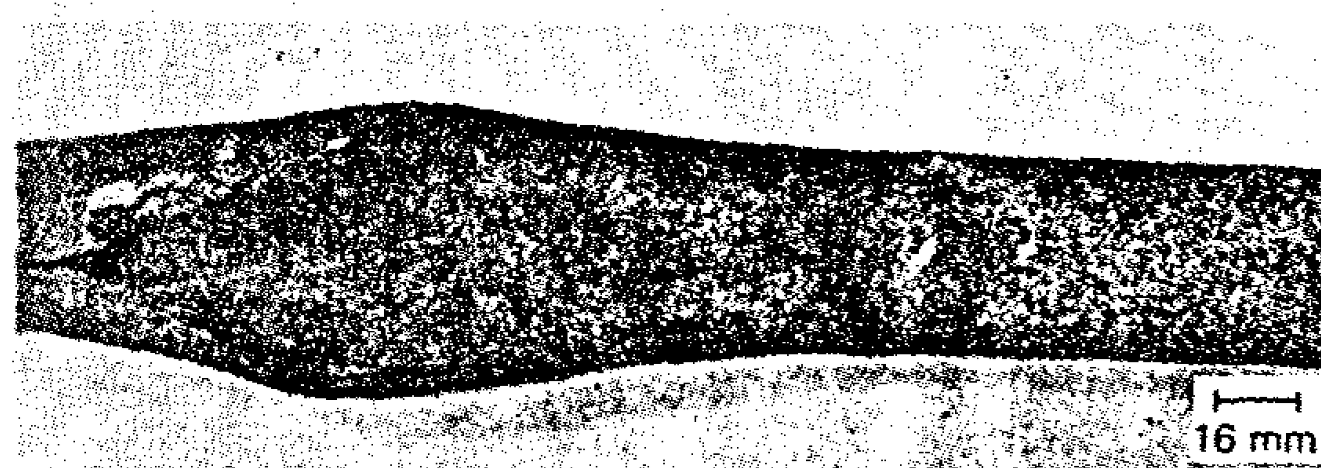
شكل 2 - كسر قسرى قصيف عن درجة حرارة مرتفعة في سبيكة اساسها النيكل متميزة بسبب تأثير قسرى بالقرب من درجة التجمد .



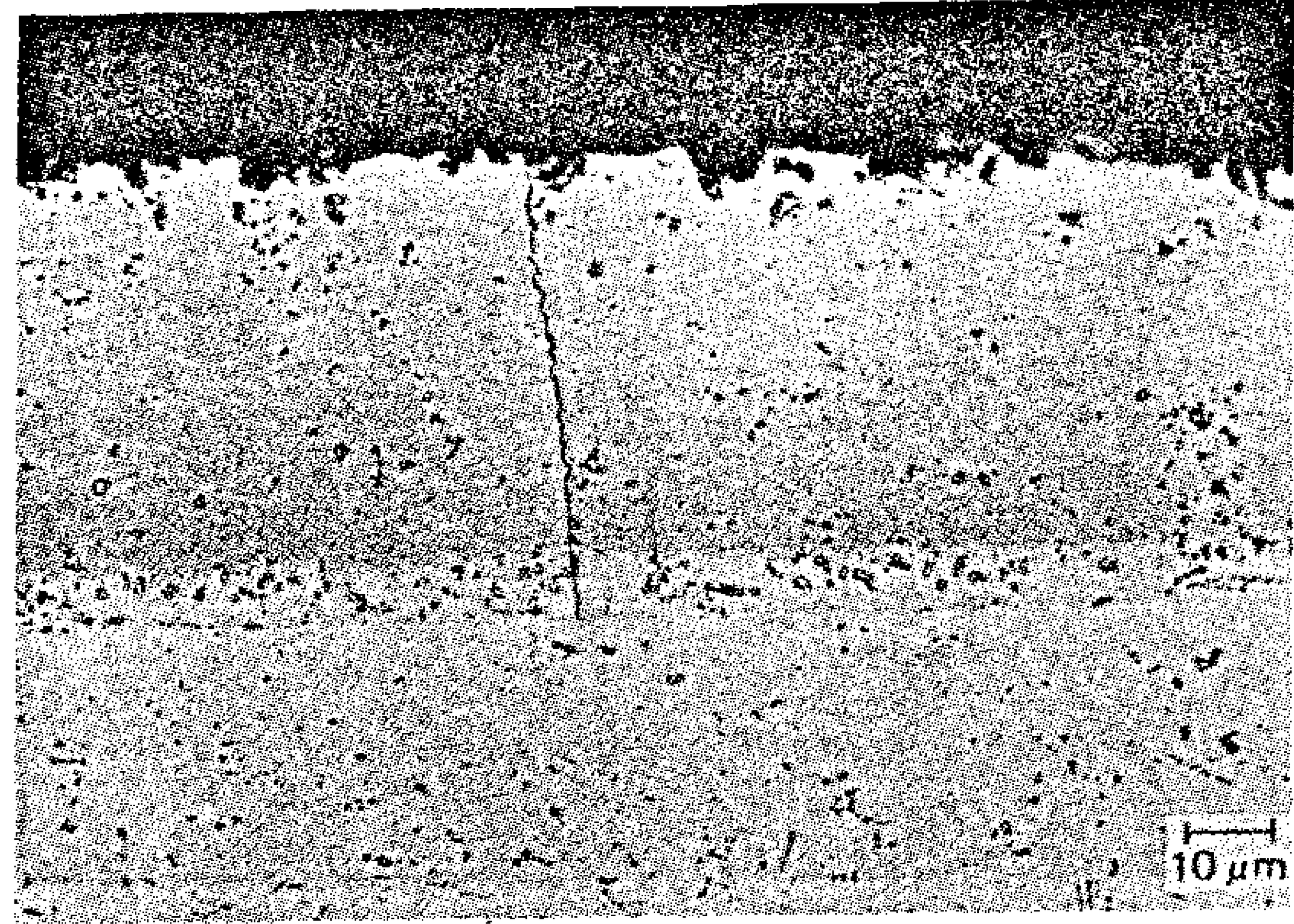
شكل 5 - صورة بواسطة الميكروسكوب الالكترونى للماسح لكسر لدن على الساخن.



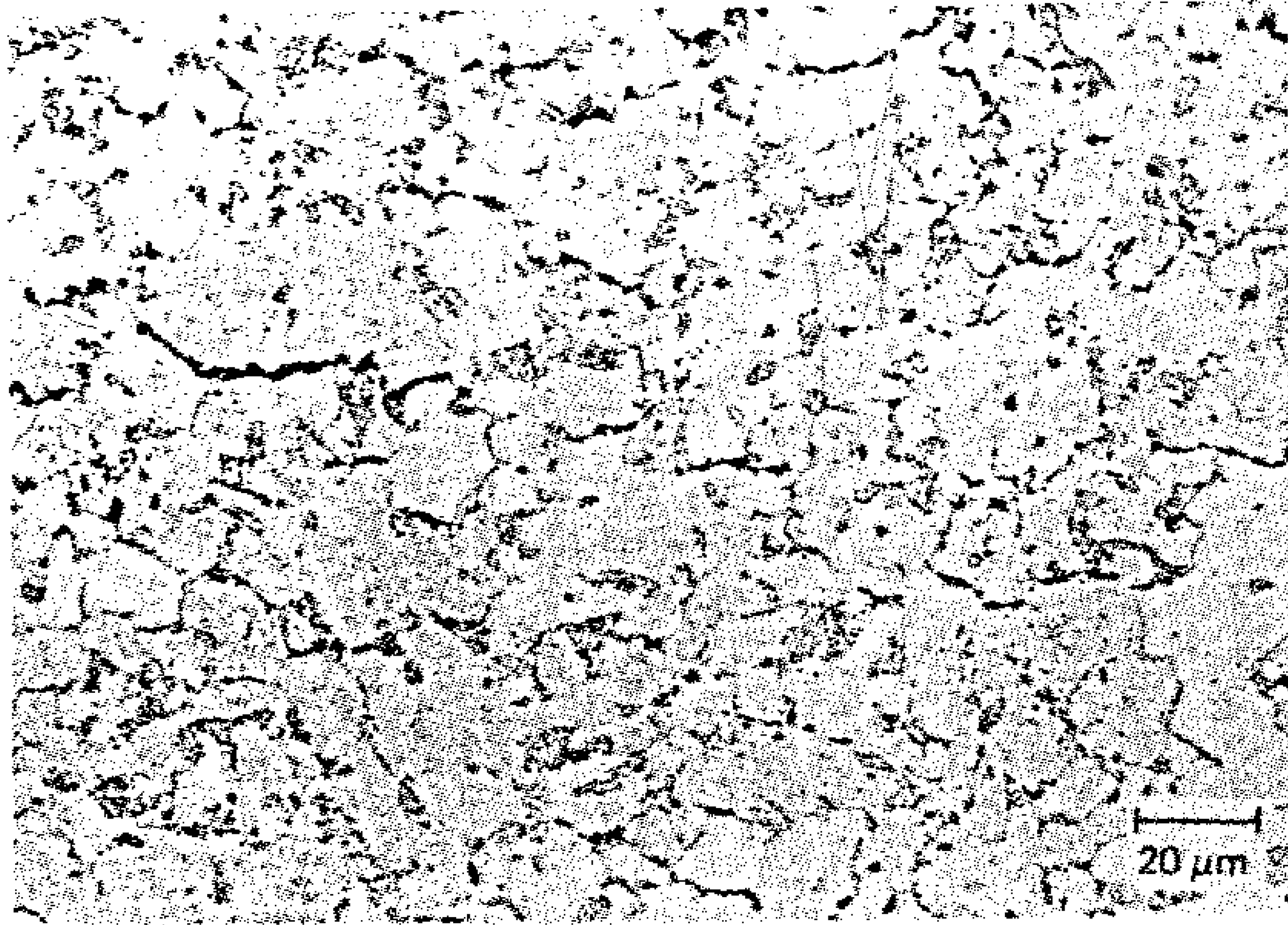
شكل 3 - تفاصيل من شكل 2 . شكل قطرات على سطح الكسر توضح انصهار جزئى عند درجة حرارة مرتفعة .



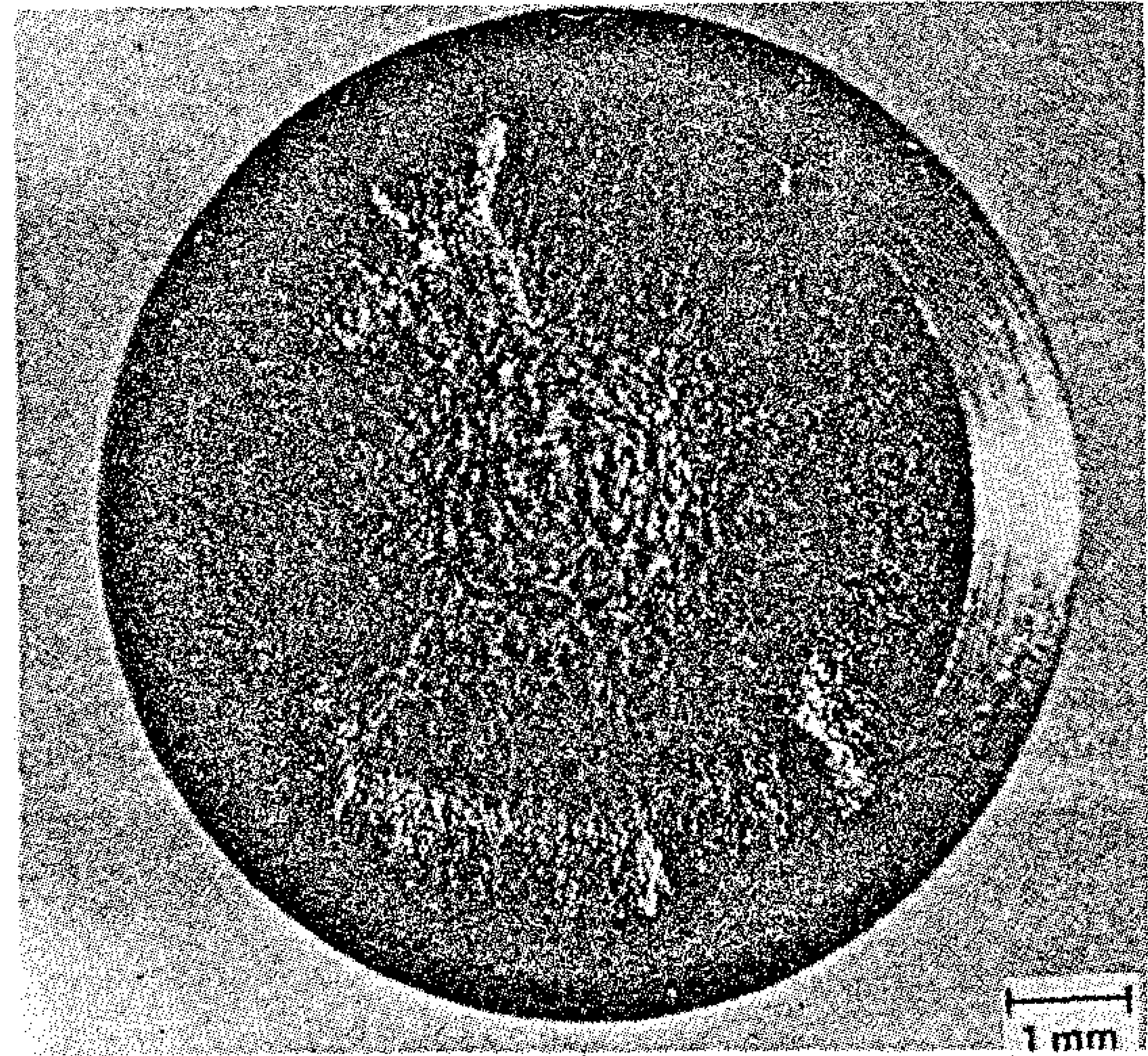
شكل 6 - انبوب سخن بإفراط تمزق بعد زمن تشغيل طويل. المادة ، 15Mo3، درجة الحرارة ، 510°C.



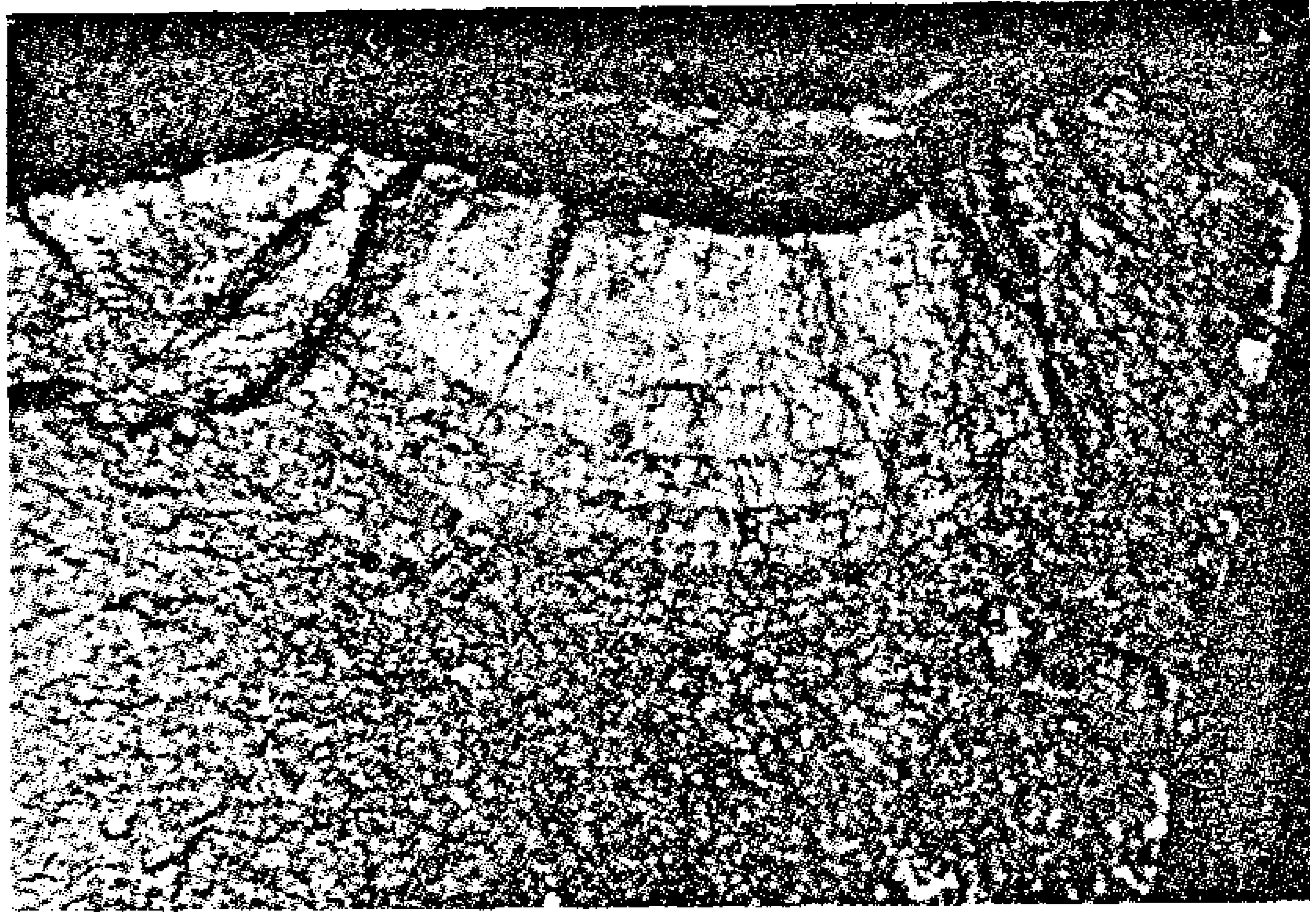
شكل 10 - شرخ إهتزازت عند درجة الحرارة المرتفعة في الطبقة القصيفة المعالجة بالانتشار في ريشة تربين لتحسين مقاومة التاكسد.



شكل 7 - مسام تالفة (فجوات) بالزحف، موجودة على حدود الحبيبات .



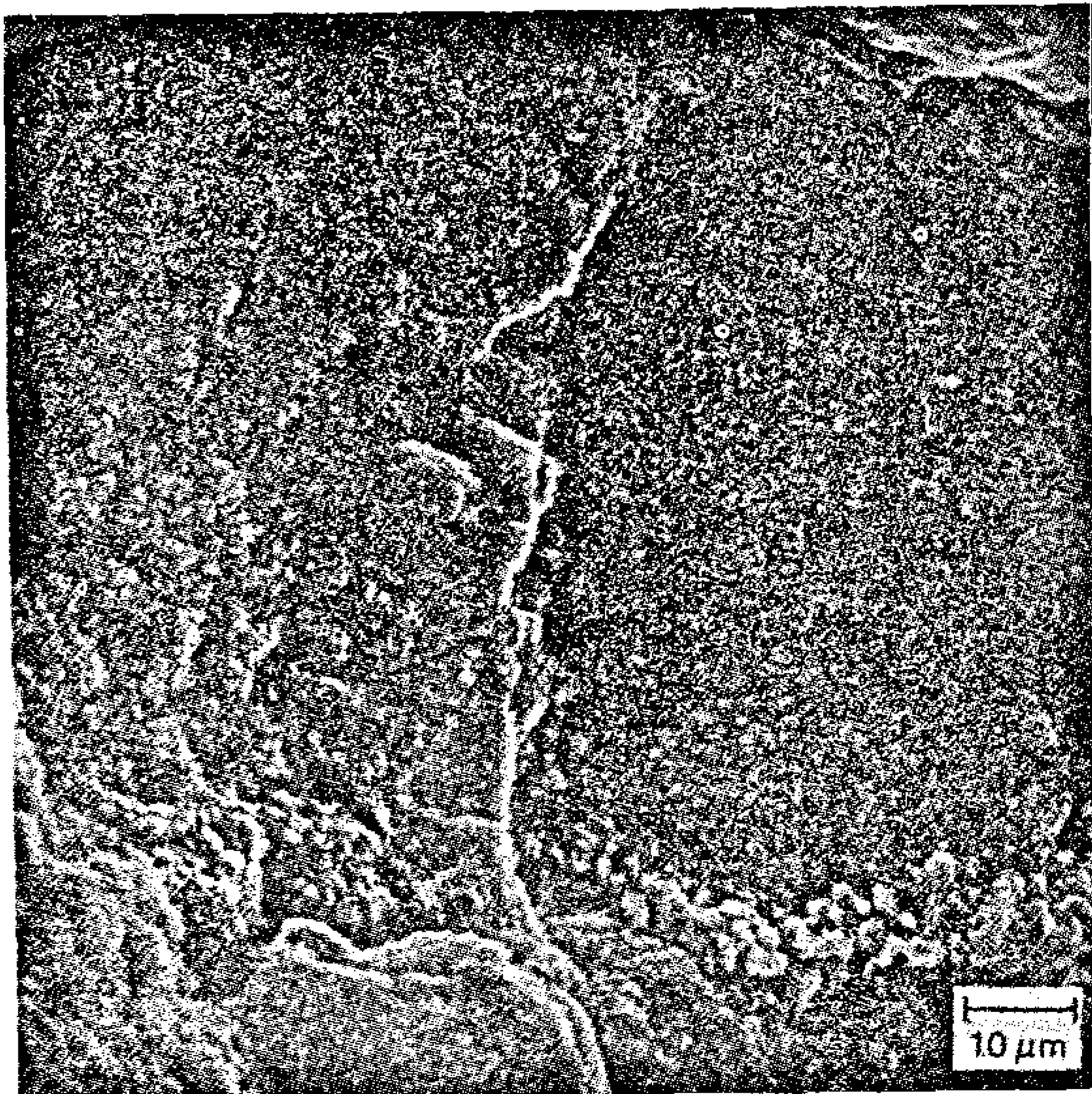
شكل 11 - كسر إهتزاز مرتفع التردد على الساخن بسبب الانحناء الدورانى المتردد عند درجة حرارة 650°C، المادة x45 Cr Si9 جهد الانحناء المتردد $\sigma_{bw} = 240\ N/mm^2$ عدد مرات تردد الحمل 87000 دورة .



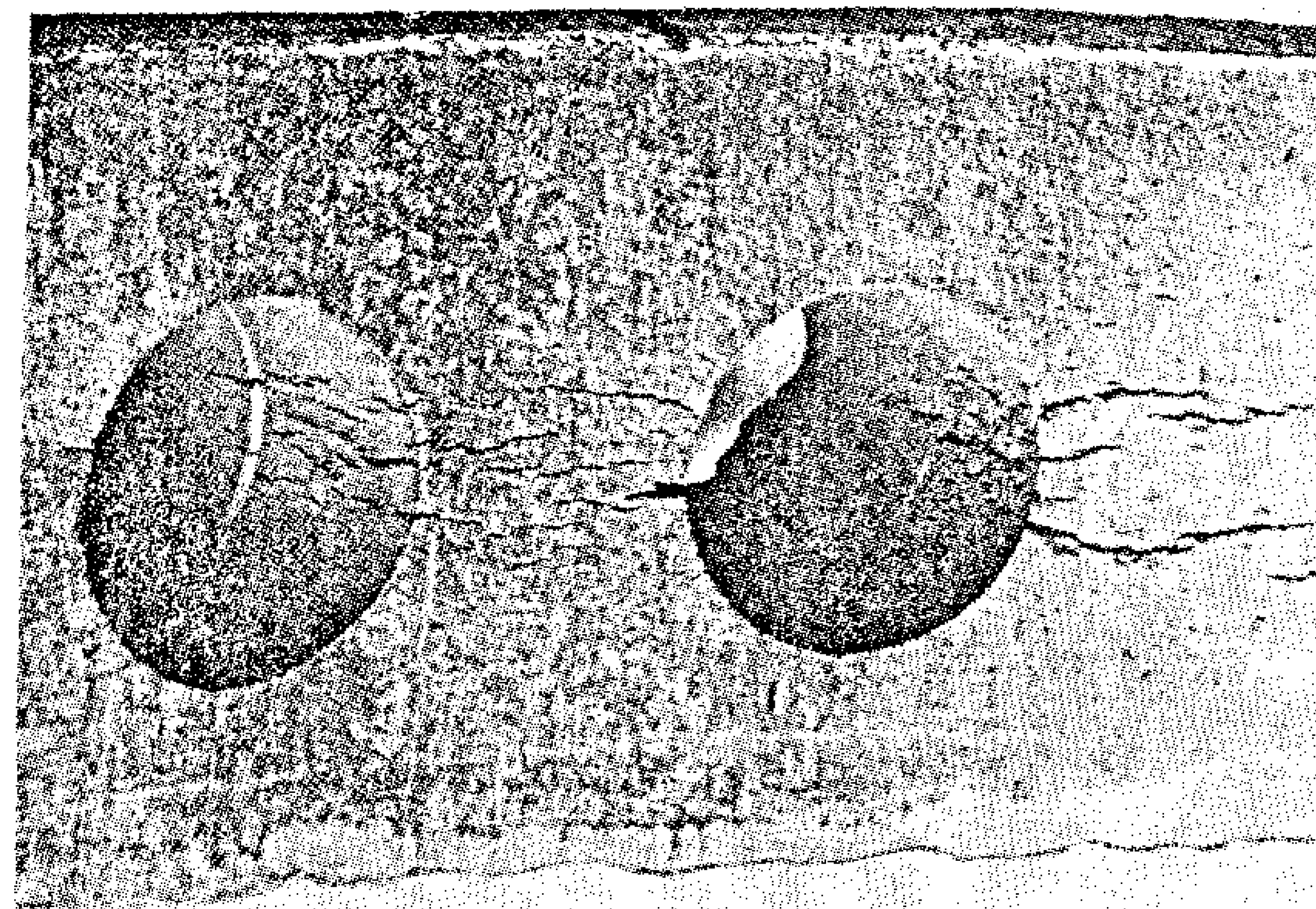
شكل 8 - كسر شرخ عند تردد منخفض للجهد في مبيت تربين، المادة GS 22 Mo 4 ، درجة حرارة التشغيل 400°C ، عدد مرات تردد الانفعال 4000.



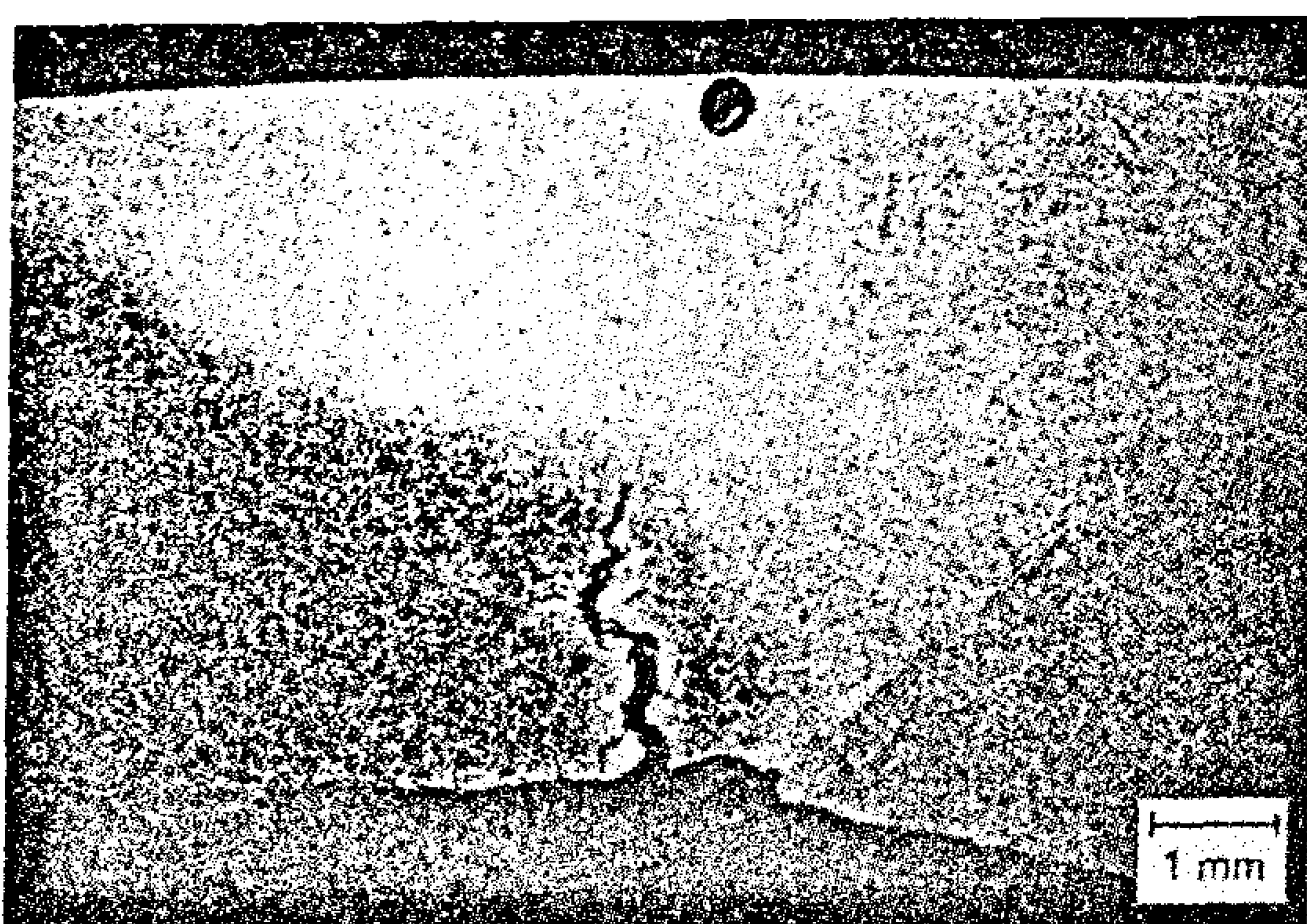
شكل 12 - منبت شرخ في سبيكة لدنة اساسها النيكل بسبب الإهتزاز عند درجة حرارة مرتفعة، كسر بنيته بشكل شق (انفصام سطحين) عند منبت الشرخ .



شكل 9 - خطوط الإهتزاز على سطح كسر بسبب التاكسد بتاثير غاز ساخن .



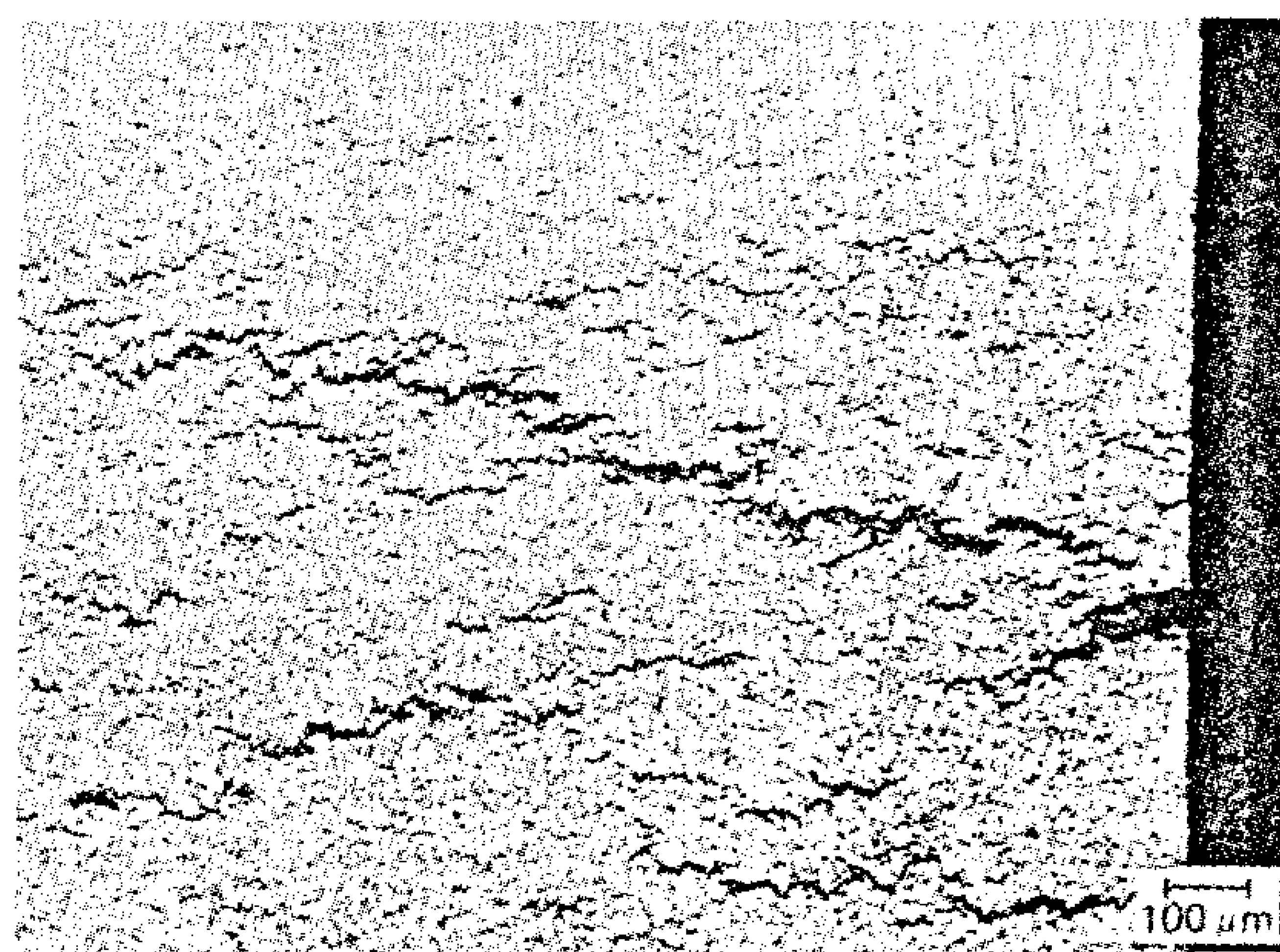
شكل 16 - حقل من الشروخ في مجمع مخارج المادة St 45.8، زمن التشغيل 276 151 ساعة، عدد مرات التشغيل 1449، حالة البخار 24,445°C بار.



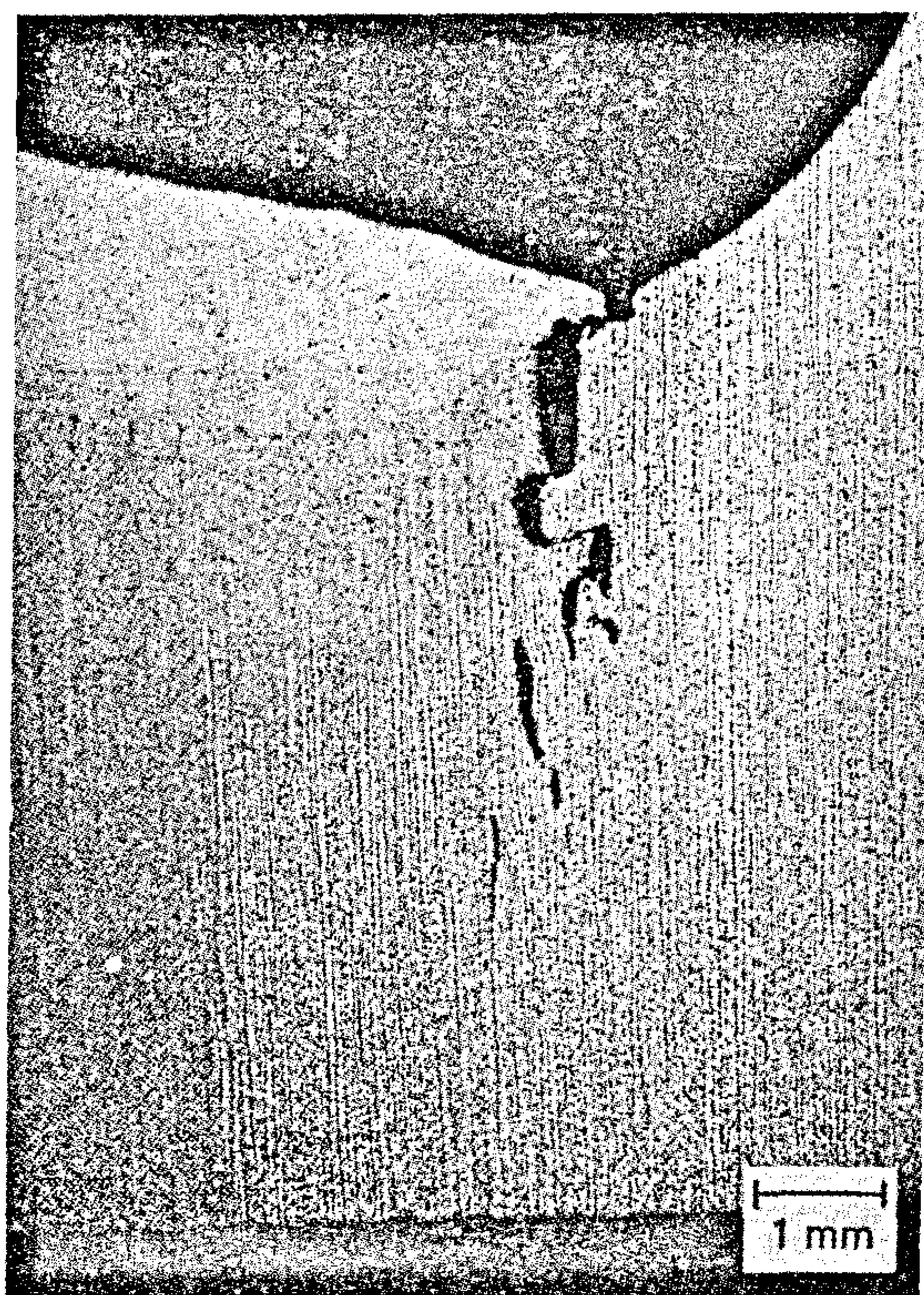
شكل 13 - شرخ إجهاد لحام في وصلة لحام انبوب من الفولاذ 15 Mo 3 مع فلانشة من فولاذ الصب GS 60 (قطر اسمى 100) .



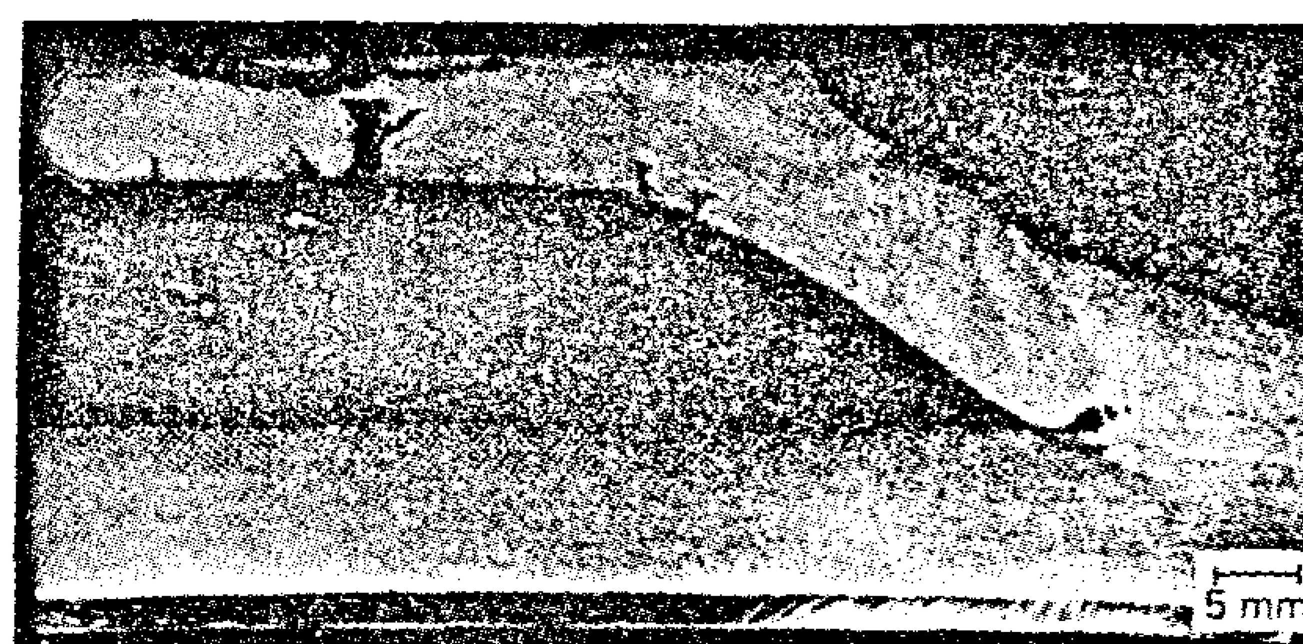
شكل 14 - مسار شرخ بين الحبيبات في المنطقة ذات الحبيبات الغليظة في درزة اللحام المحيطة في اسطوانة مرجل المادة 13 Mn Ni Mo 54 .



شكل 17 - شرخ زحف في كوع انبوب من مادة 13 Cr Mo 44. زمن التشغيل 74000,h، ودرجة الحرارة 540°C.



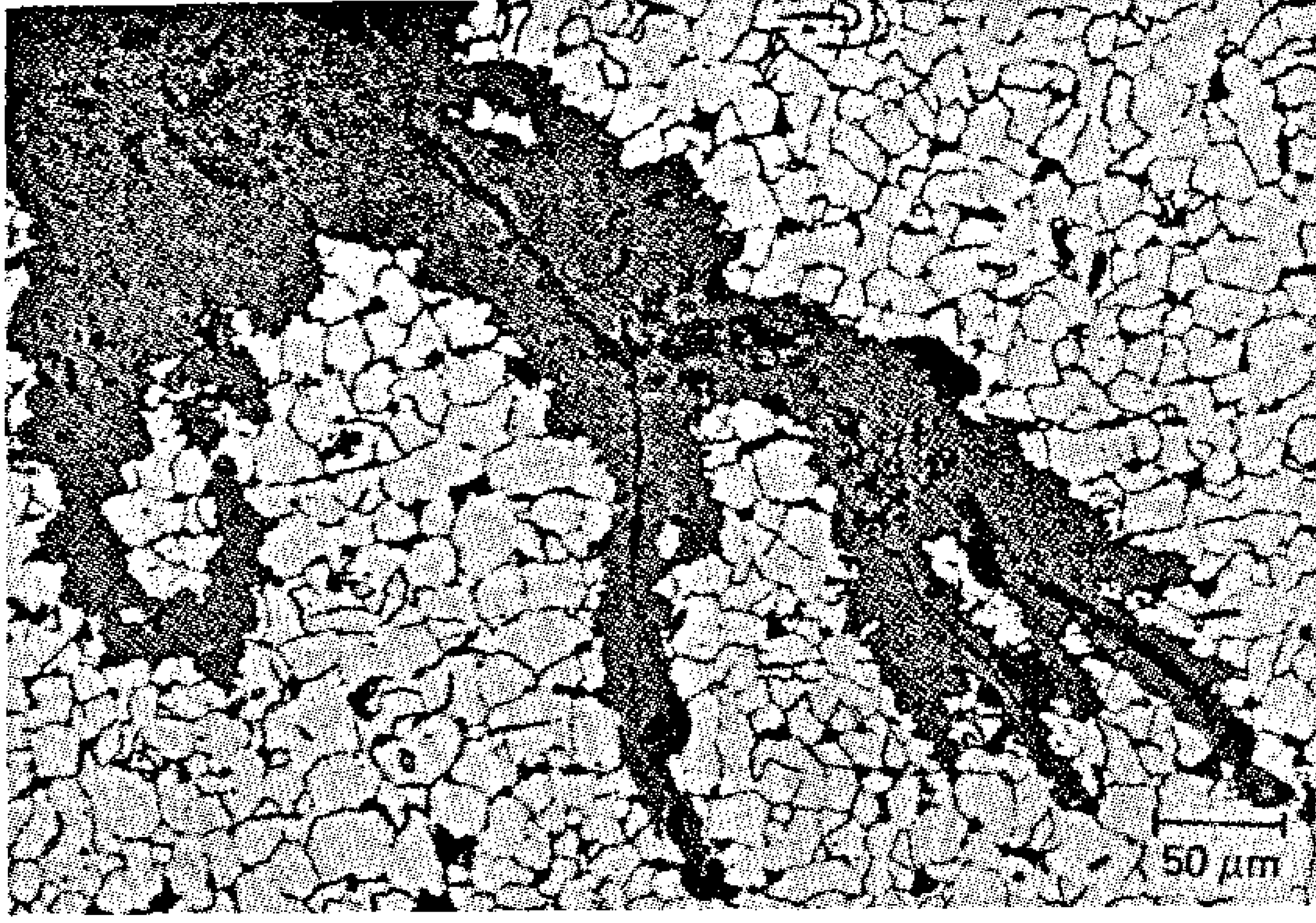
شكل 15 - شرخ إجهاد لحام في وصلة لحام غلاف من مادة H 11 مع فلانشة مقطوعة من لوح .



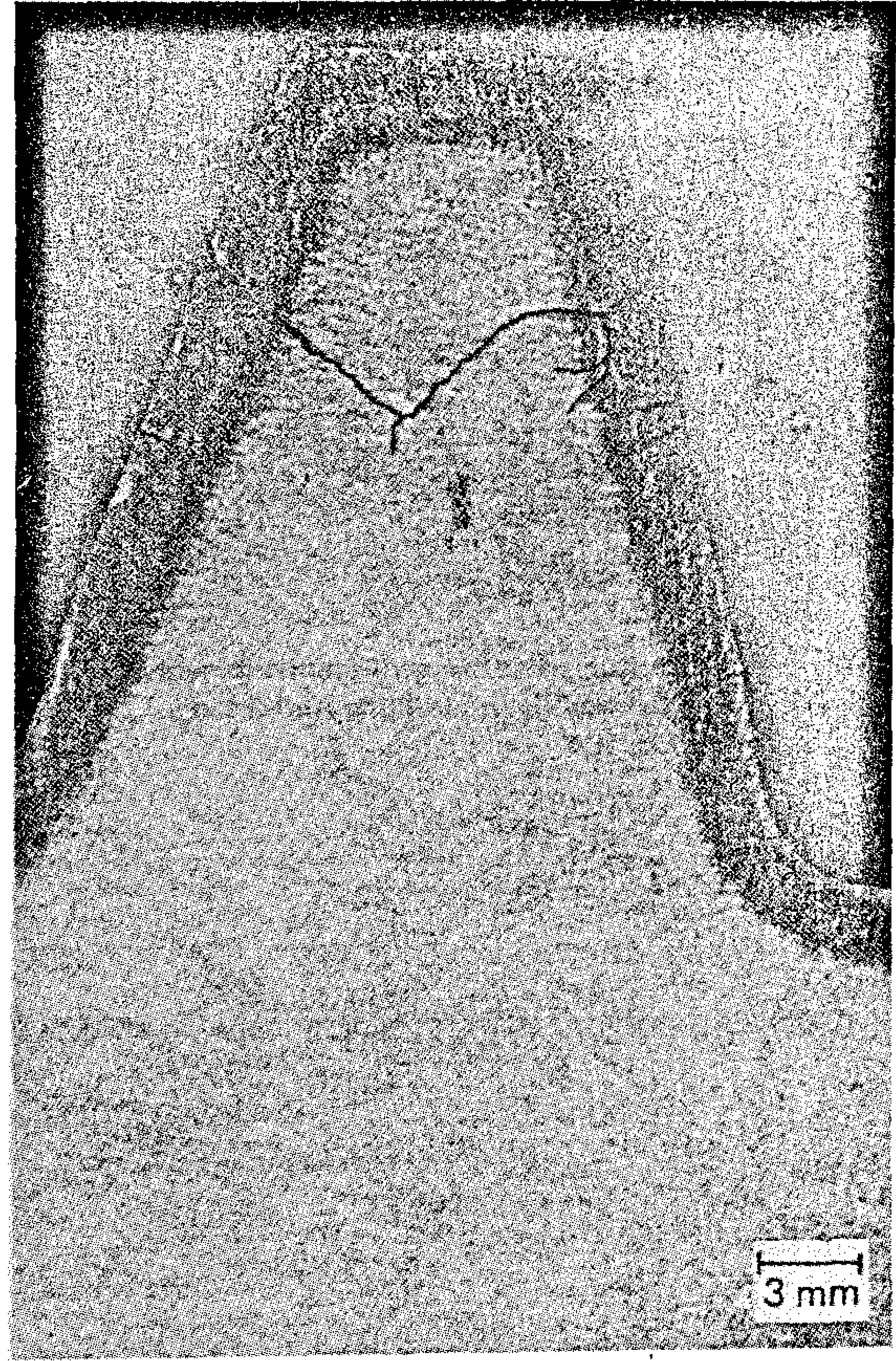
شكل 18 - شرخ تغير درجة الحرارة على السطح الداخلي في وعاء بغلاف بارز ، التحميل يتغير من بخار 220°C (22 بار) وبين بخار مكثف.

المادة ، للغلاف البارز H11.

للوعاء الداخلي H11 مصفح بفولاذ 8 Cr Ni - 18.

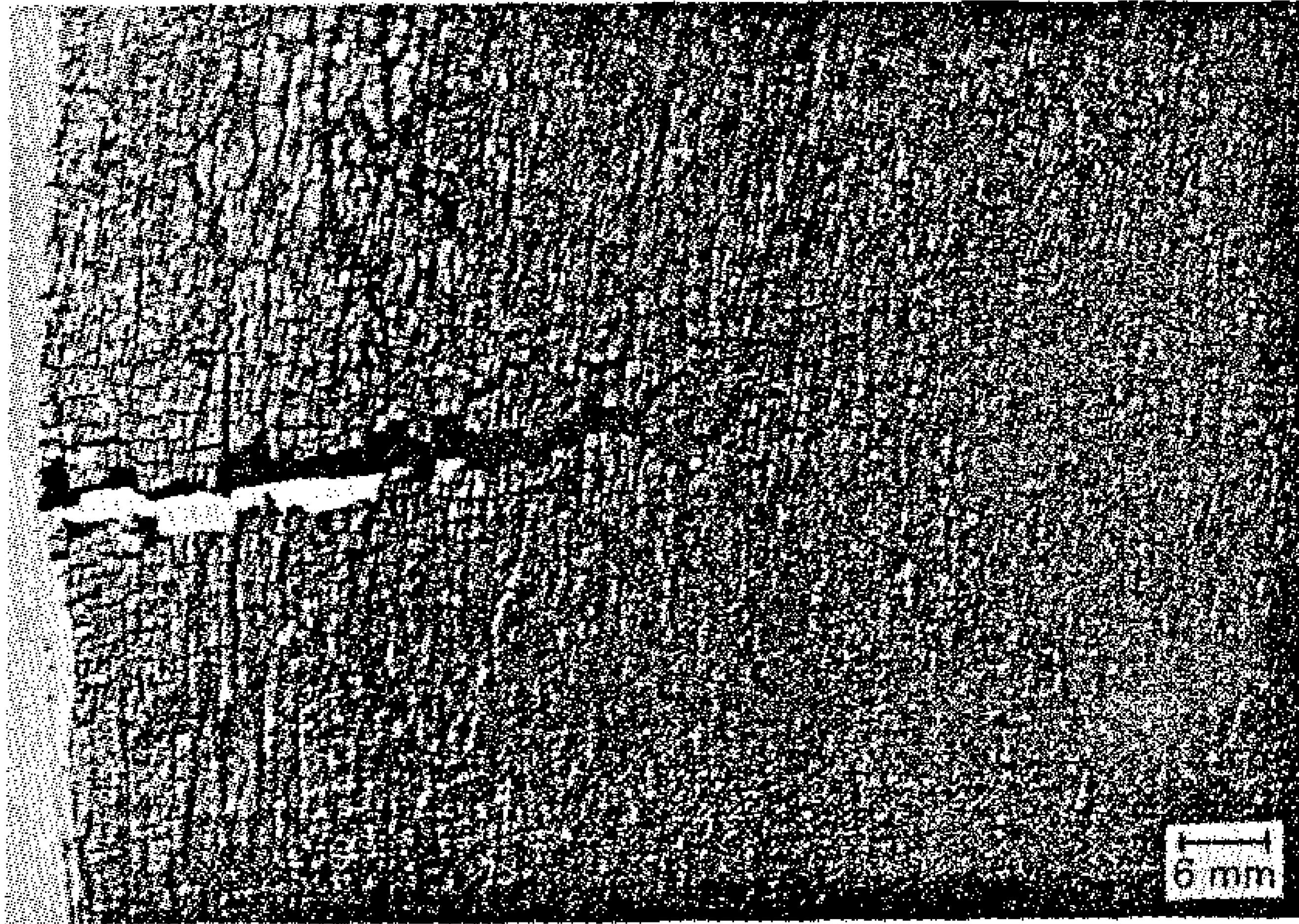


شكل 19- شرخ تغير درجة الحرارة مع ناتج تآكل منمش بحامض نيتريك 2% (مسار الشرخ في الغلاف البارز).



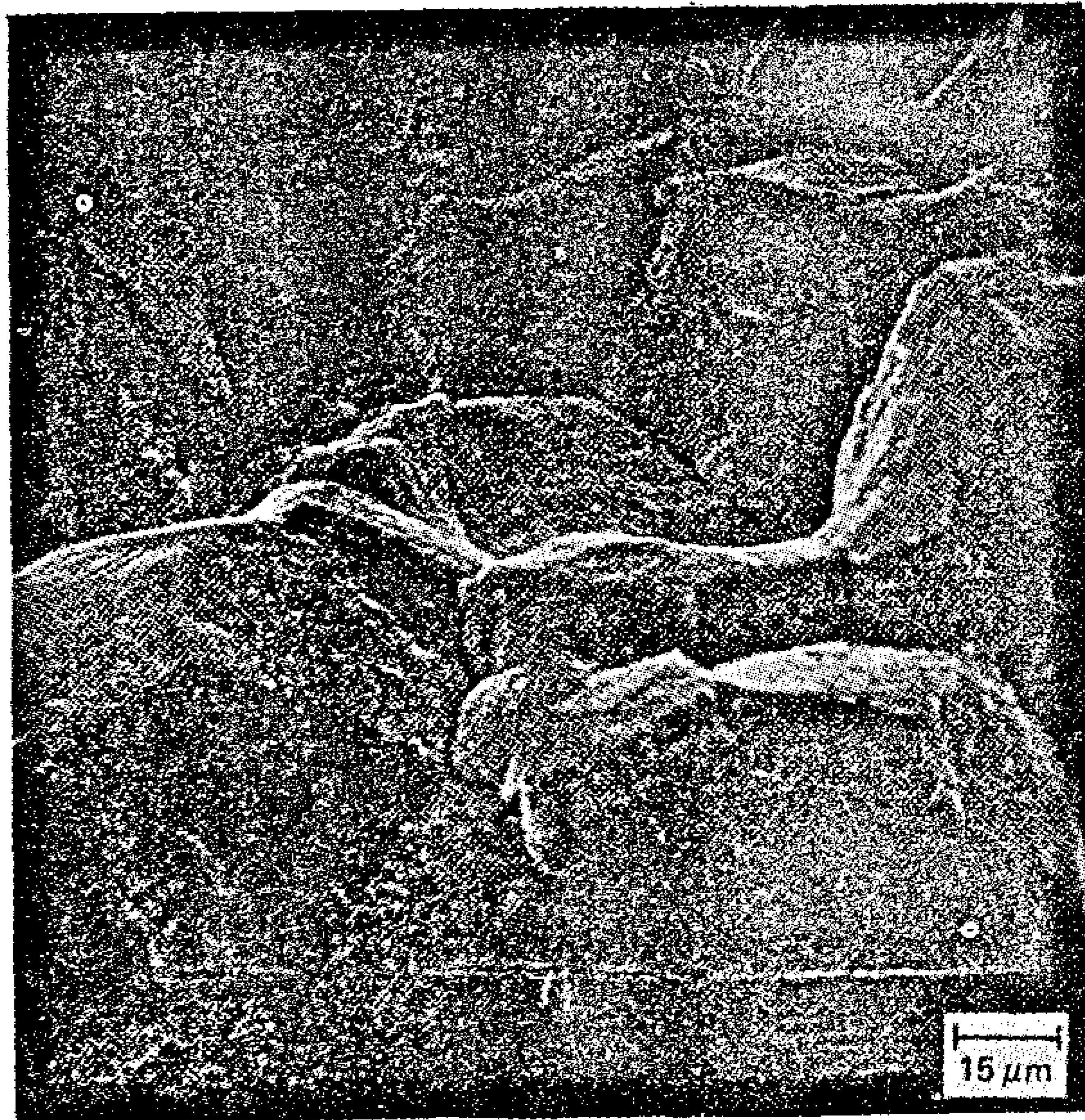
شكل 21- شرخ تصلد بسبب الكربنة الزائدة والتسقية (التبريد) السريعة في التصليد السطحى بالتغليف لإطار عجلة قاطرة كهربائية .

المادة : 20 Mn Cr_5 E .



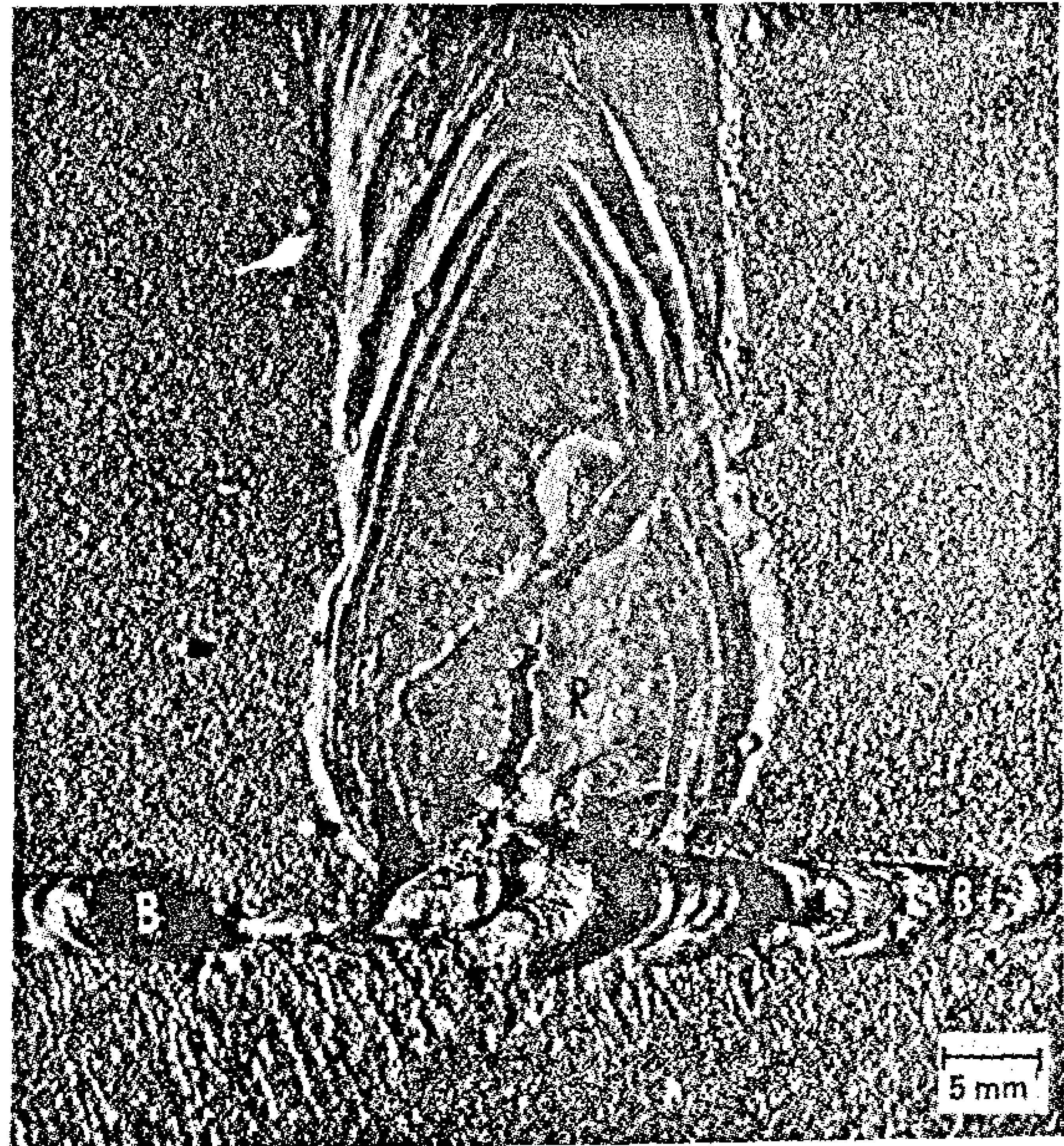
شكل 20 - شرخ تغير درجة الحرارة بسبب سوء توزيع الحرارة في غلاف فرن مرجع Recuperator .

المادة فولاذ St, 37 ، زمن التشغيل عام واحد.



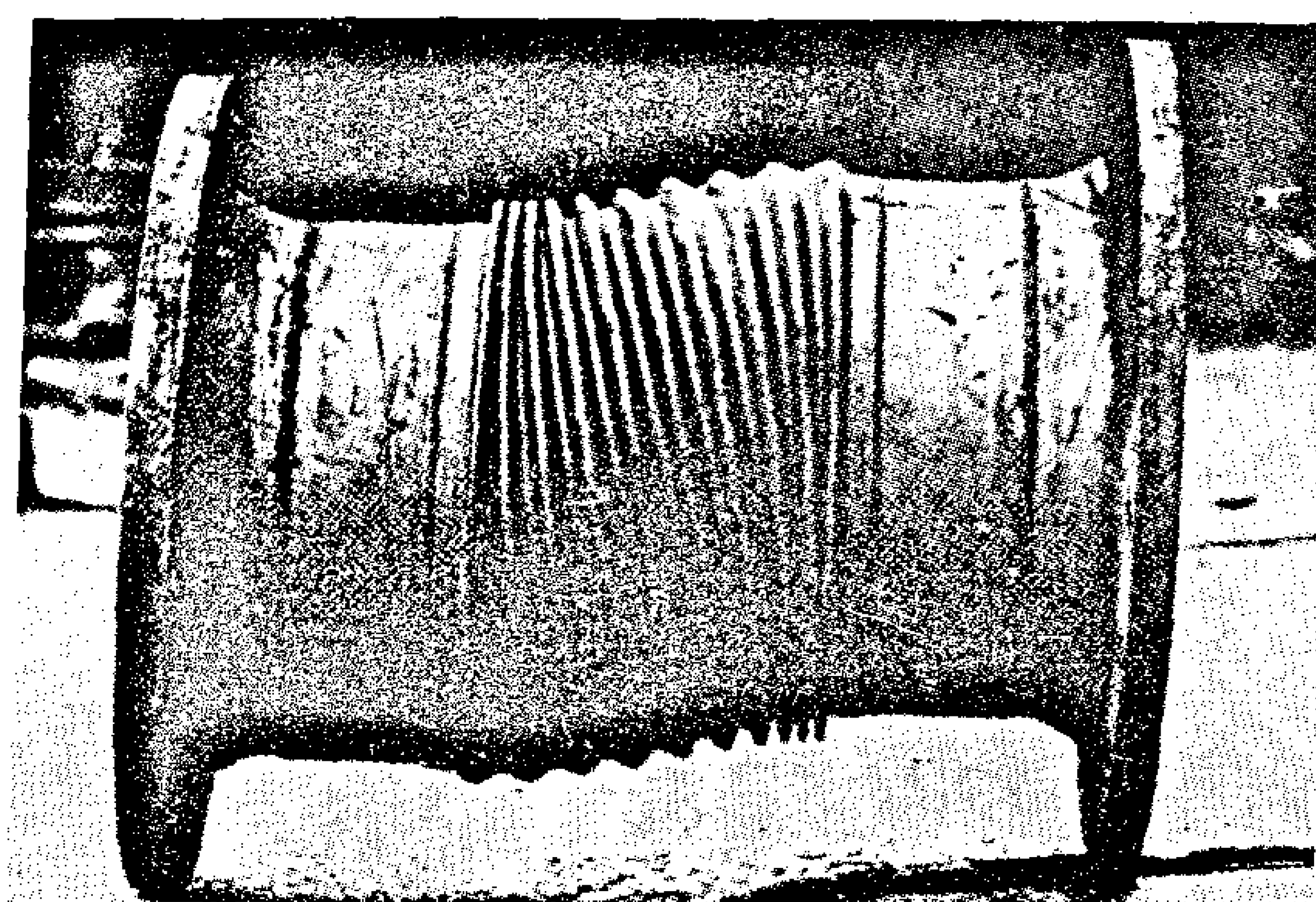
شكل 22 - شرخ تصلد قسرى بين الحبيبات الأستنيتية في مسمار ربط .

المادة : 24 CrMo5 .

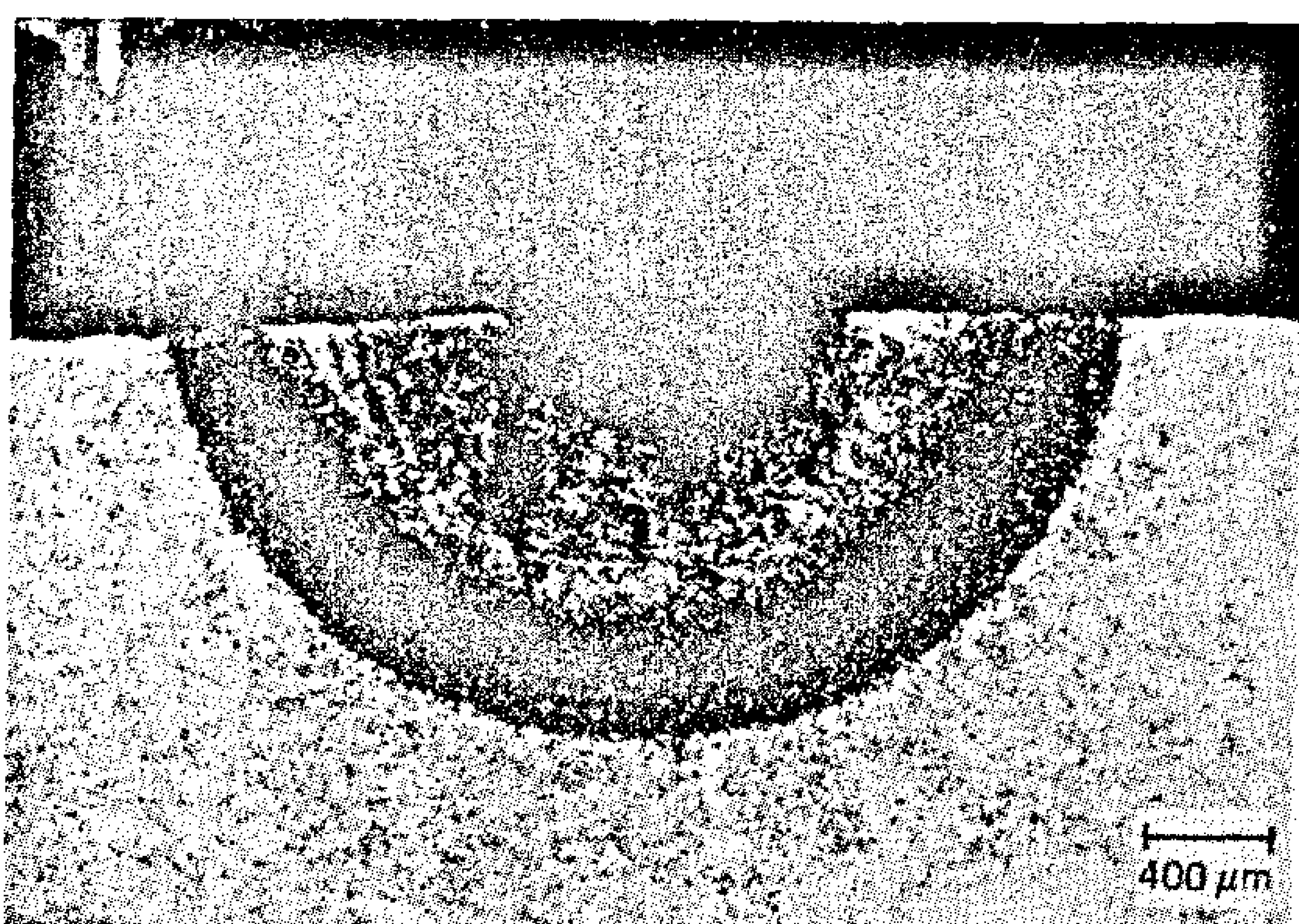


شكل 23 - شرخ تجميد R في لحام مبيت عبر البخار الساخن، والذى كان موجود اصلاً قبل اللحام من B.

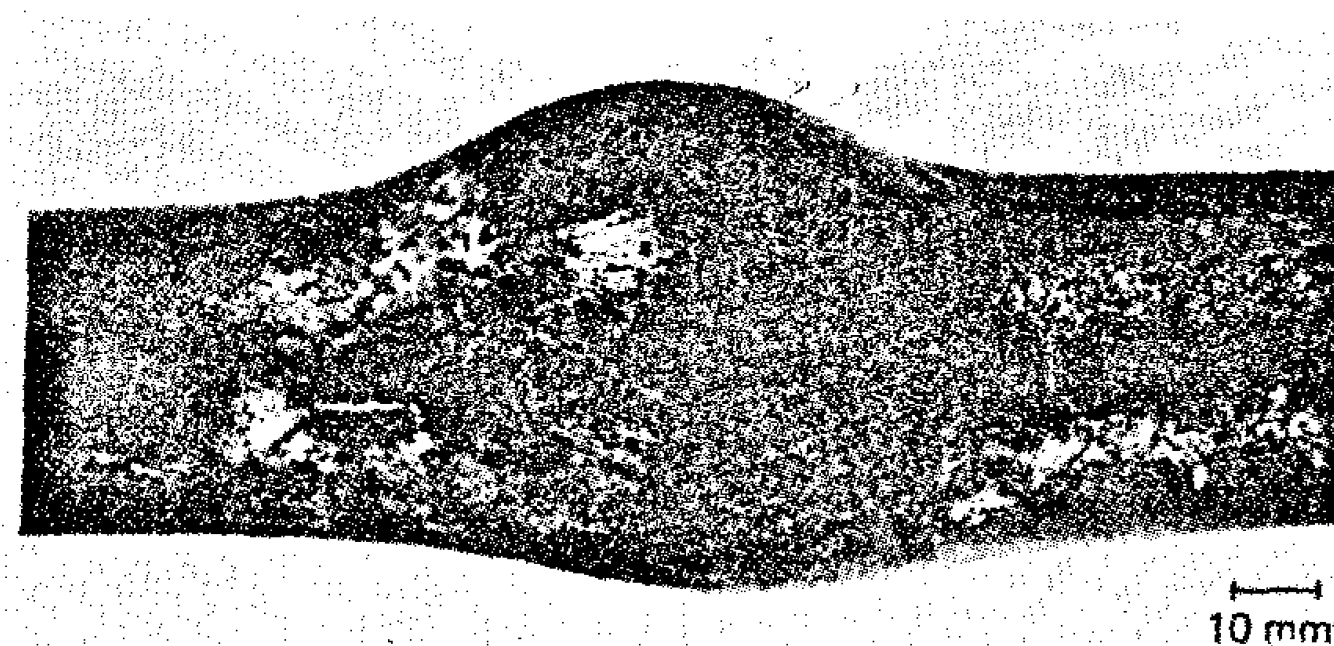
المادة : 13 Cr Mo 44، وهى نفس مادة اللحام .



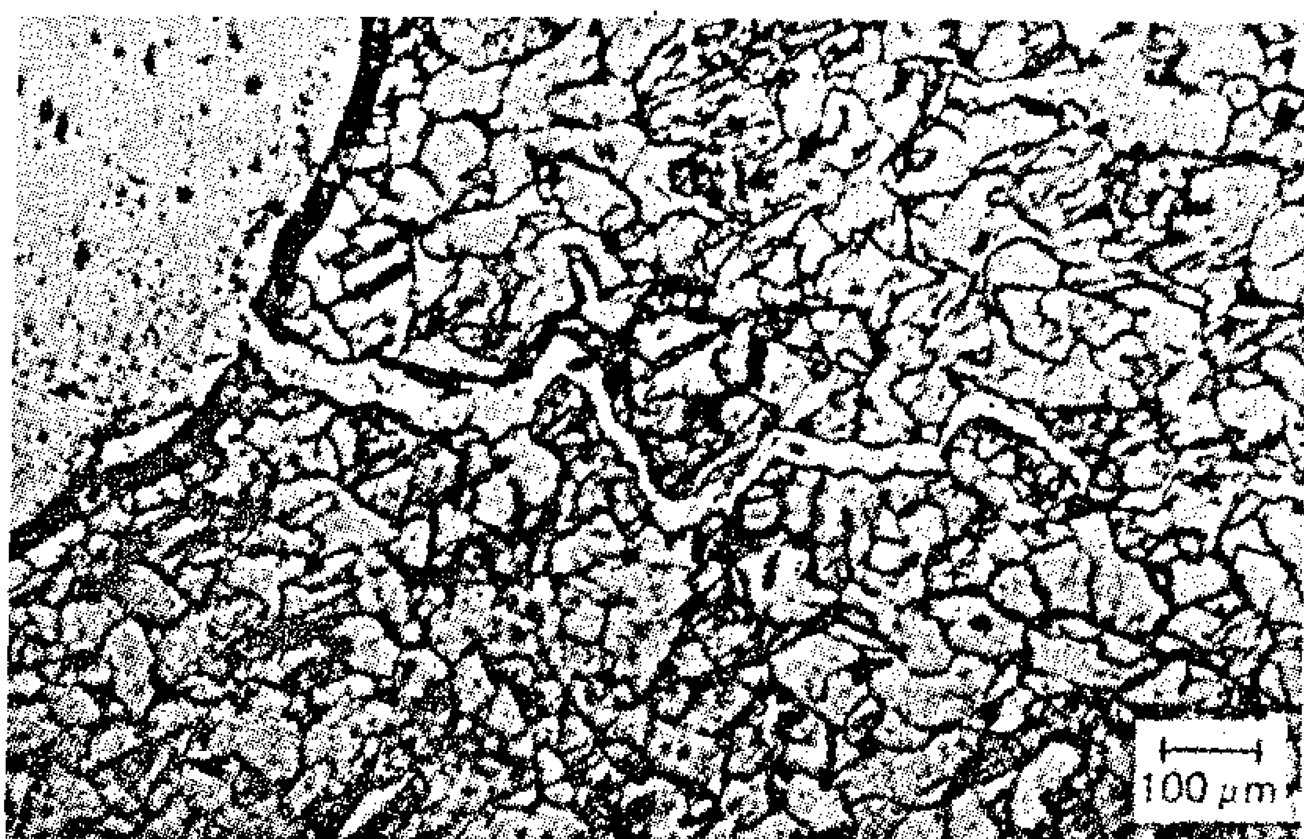
شكل 27– وصلة مواءمة انبوبية مشوهة الشكل بسبب التمدد الحرارى للأنبوب المتصل بها.



شكل 24 - شروخ انصهار في عمود تربين بخارى موقع إشعال الكترود لحام، ارتفاع في التصلد. المادة : 25 Cr Mo 44 .

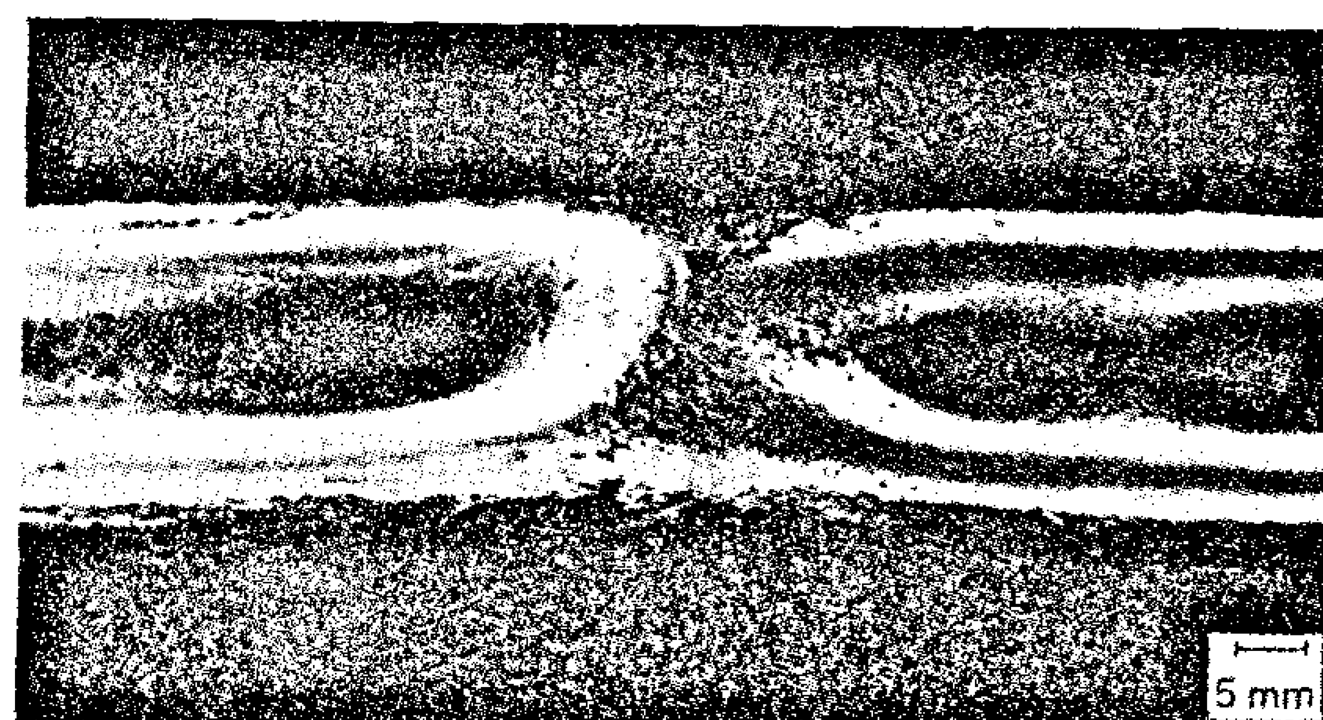


شكل 28– انتفاخ في انبوب مصنوع من الفولاذ Cr Ni، رقم القطعة 14571عند ضغط داخلى قدره 60بار ناشيء عن ارتفاع درجة الحرارة بسبب تفاعل نافذ .



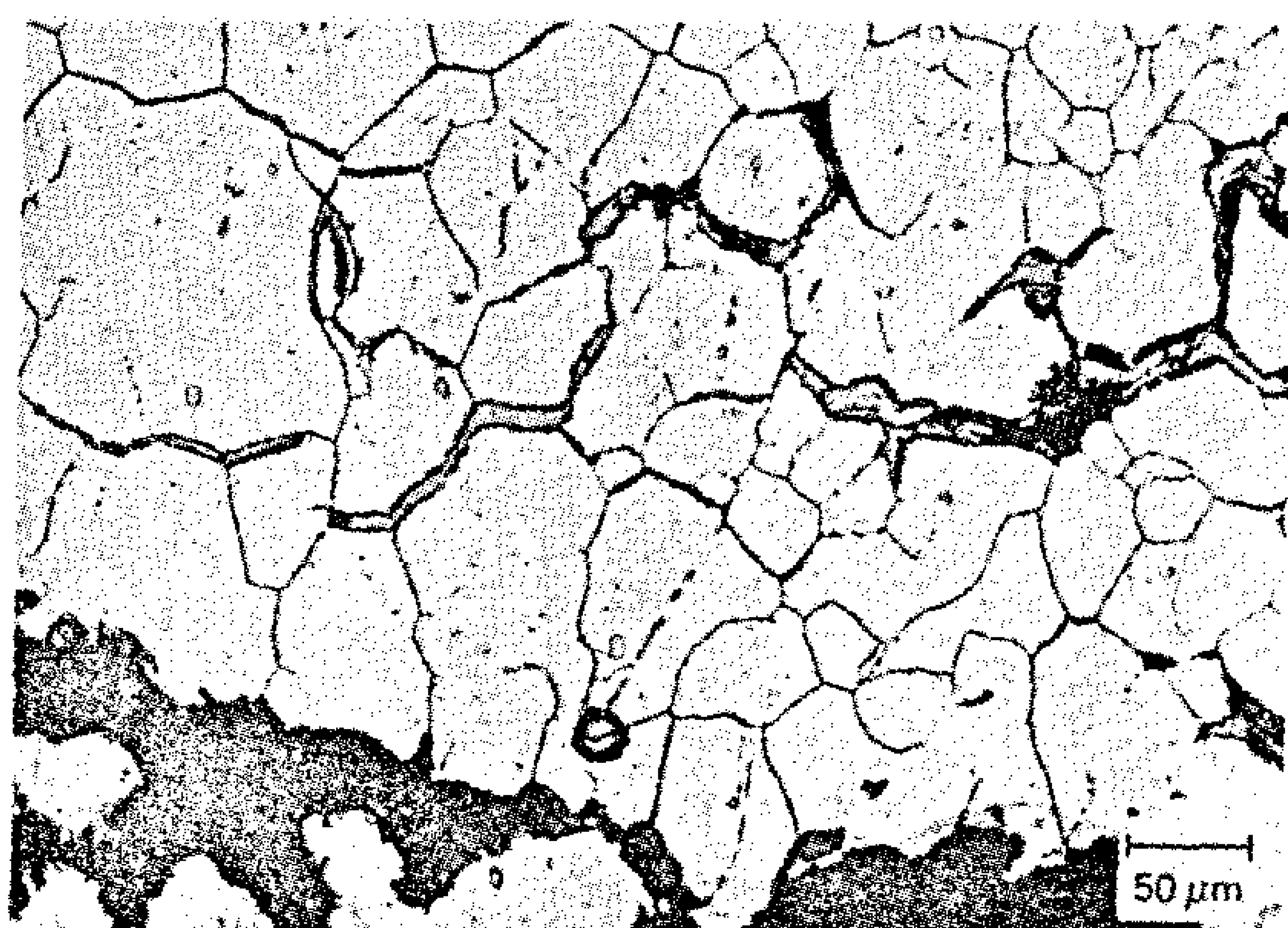
شكل 25– شرخ في لحام بالسبائك الصهيرة الصلدة (الملونة) في انابيب مربوطة بمسامير والتى لحمت للإحكام. الشرخ في مادة الأنبوب المحشو بسبيكة اللحام.

المادة : فولاذ غير سبائكى ونحاس اصفر.

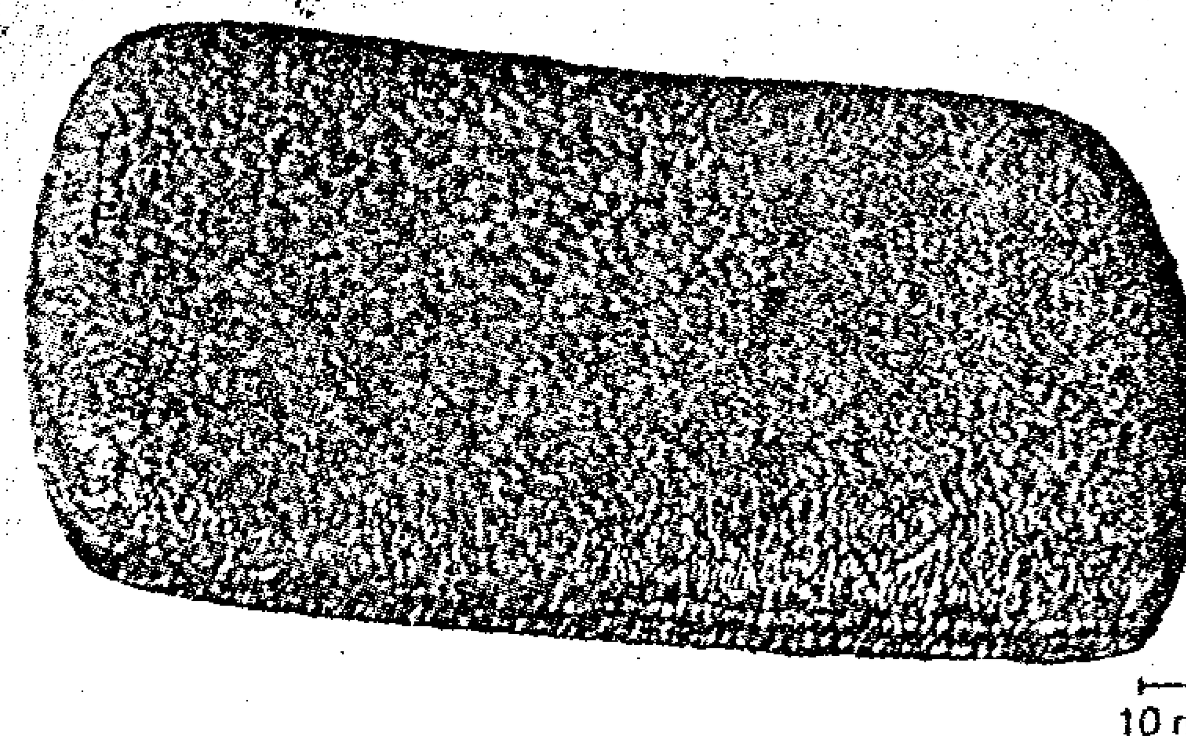


شكل 29– انبعاج للداخل في انبوب من النيكل في مبادل حرارى بسبب ارتفاع درجة الحرارة عند التحميل بضغط خارجي .

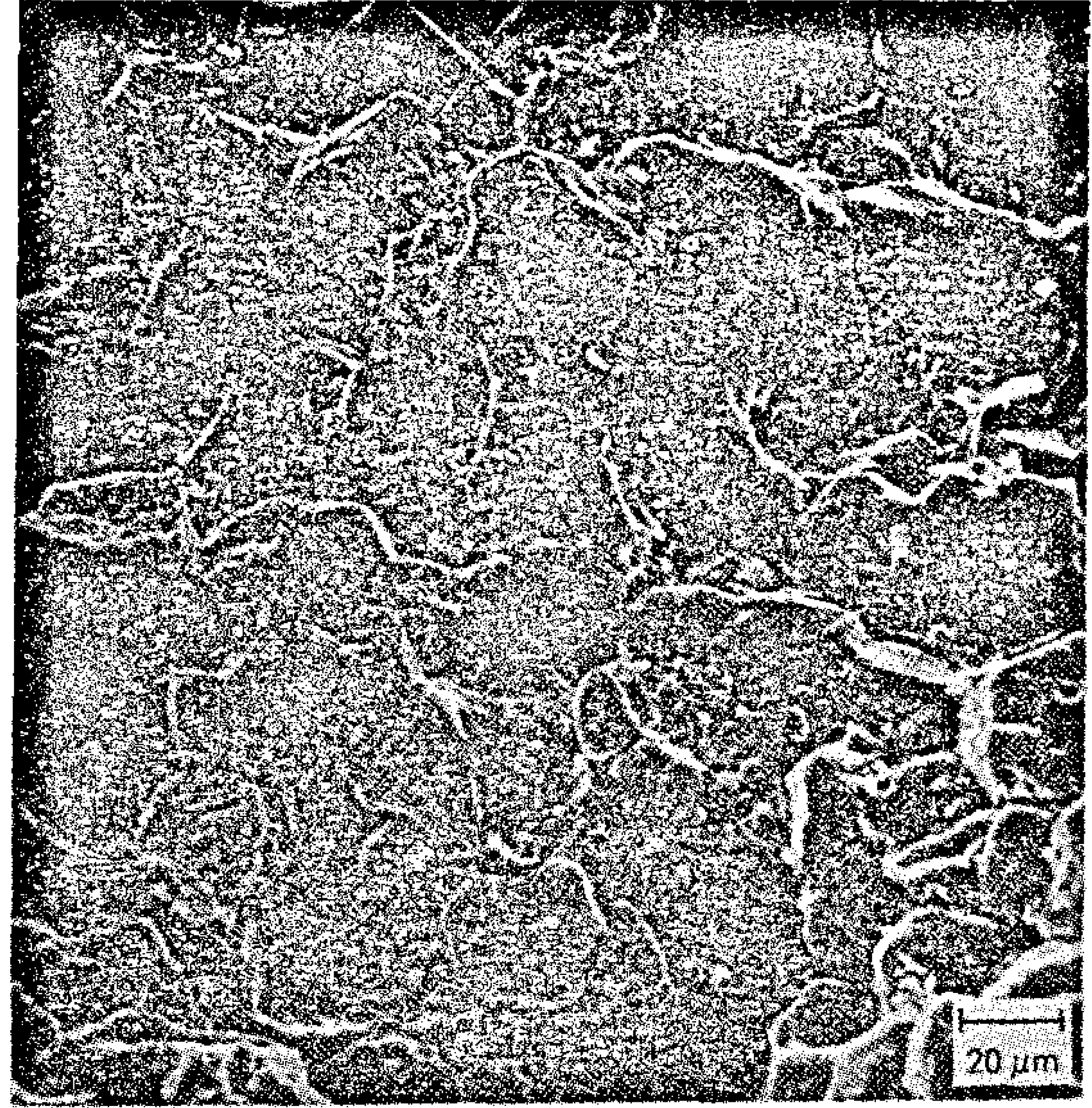
الأبعاد هي : 2.5 x 1.5 .



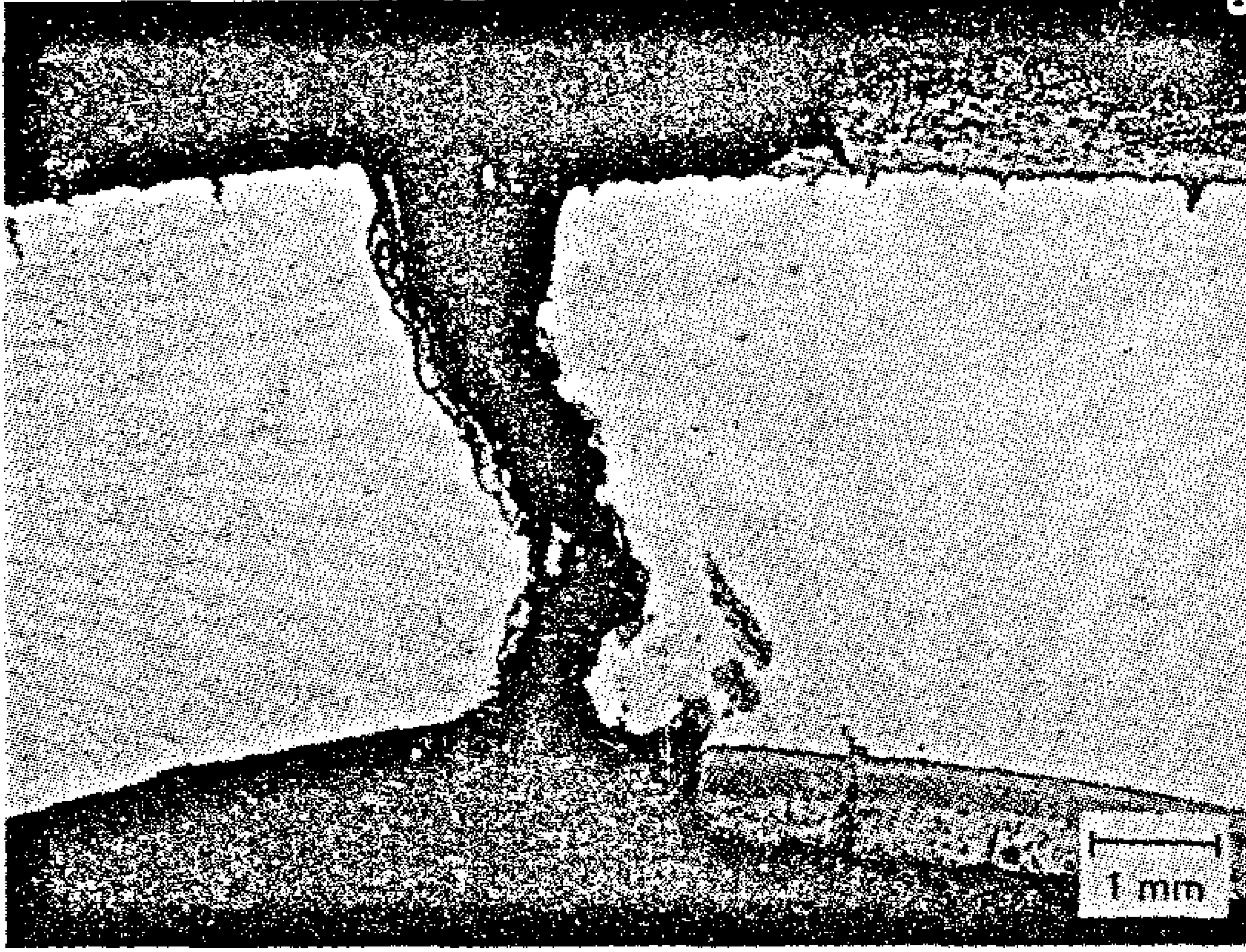
شكل 26 - شرخ لحام السبائك الصهيرة في انبوب قطرها 300 من الفولاذ Cr Ni رقم القطعة 1.4571 وسبب الشرخ الزنك الذى وضع خطا وغزا حدود الحبيبات عند تسخين الأنبوب .



شكل 30– تشوه في قطعة لوحية استخدمت كنقل للتثبيت في فرن لحام بالسبائك الصهيرة بعد استخدامها الف دورة.

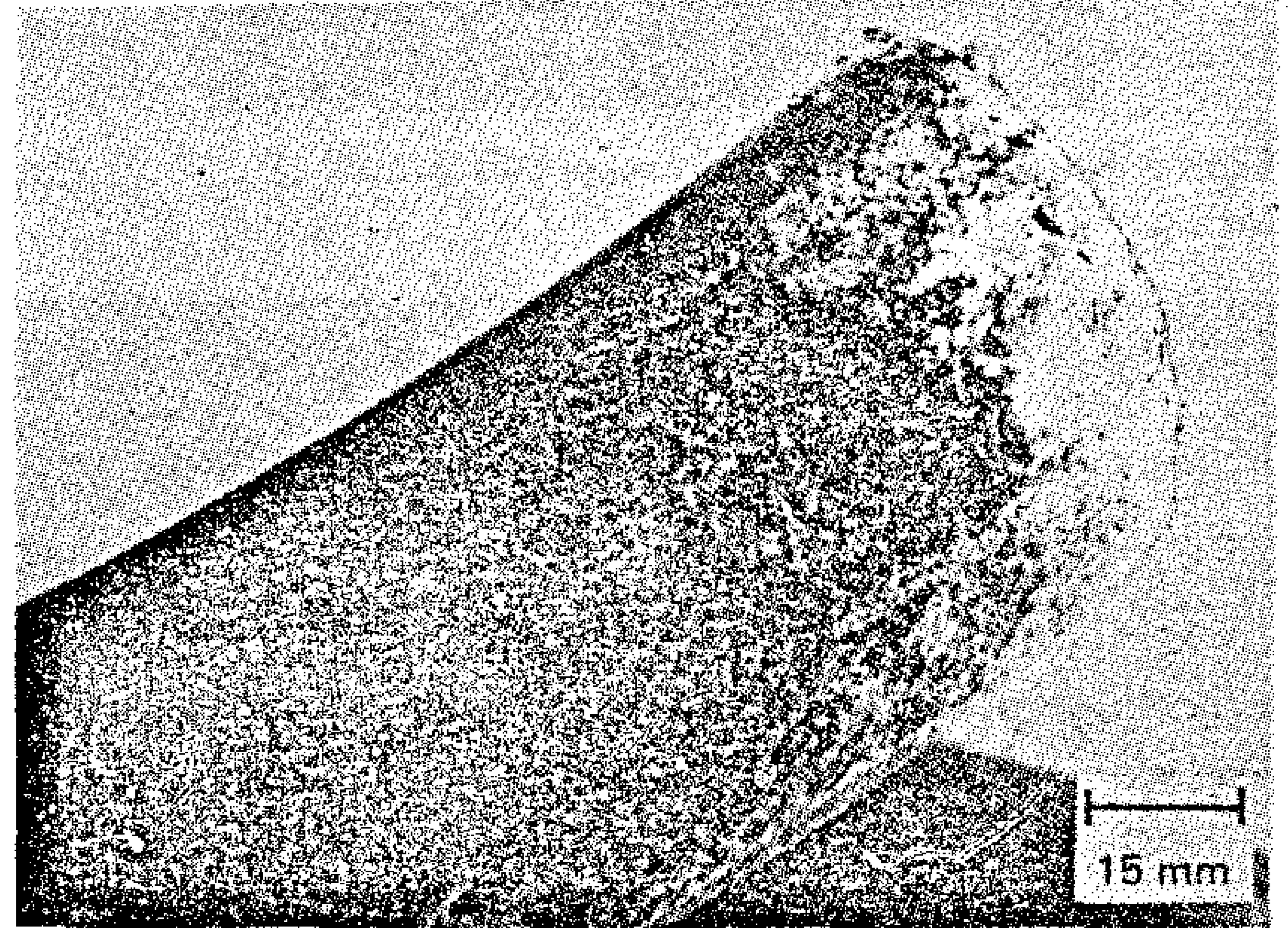


شكل 33 – انتشار الطبقة الطبوغرافية من اكسيد الحديد Fe O في الجزء مع فراغات بينها والتى يعزى وجوده لنفاذ بخار الماء بين الفلز الأصلى والأكسيد المتكون، وتبدو بليرات الفوستيت (Fe O) مغطاه بطبقة مغلقة .

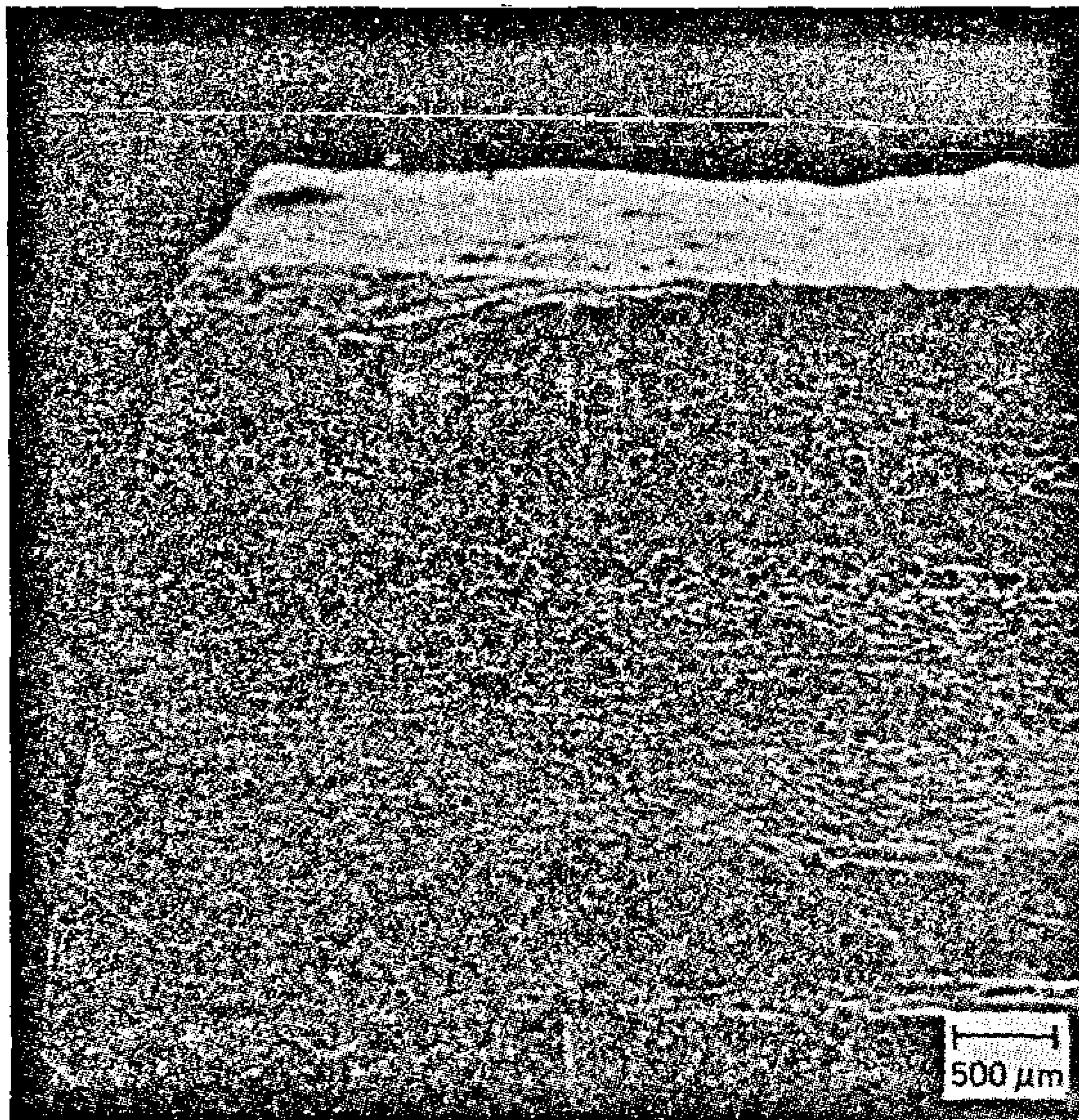


شكل 31 – مقطع يوضح احتراق في داخل وخارج بسبب ارتفاع موضعى في درجة الحرارة.

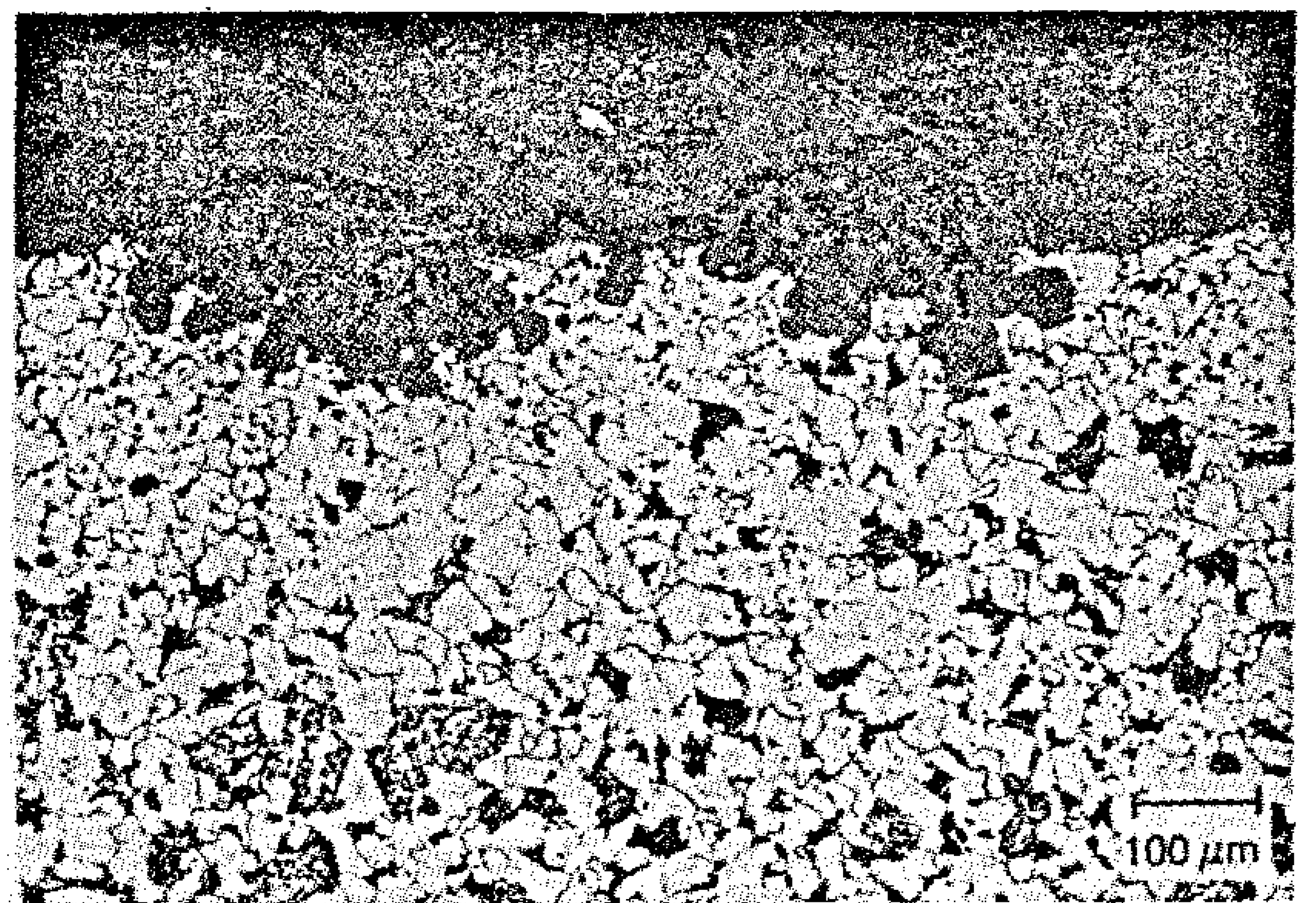
المادة	:	فولاذ St 35.8
الوسيط في الداخل	:	خليط غازى يحتوى اكسوجين
الوسيط الخارجى	:	غاز ساخن



شكل 34 – الأكسدة بالماء الساخن في انابيب مركبة في مولد بخار. المادة 13 Cr Mo 44، درجة حرارة الماء تبلغ نحو 280°C، وتحت ضغط 70 بار .



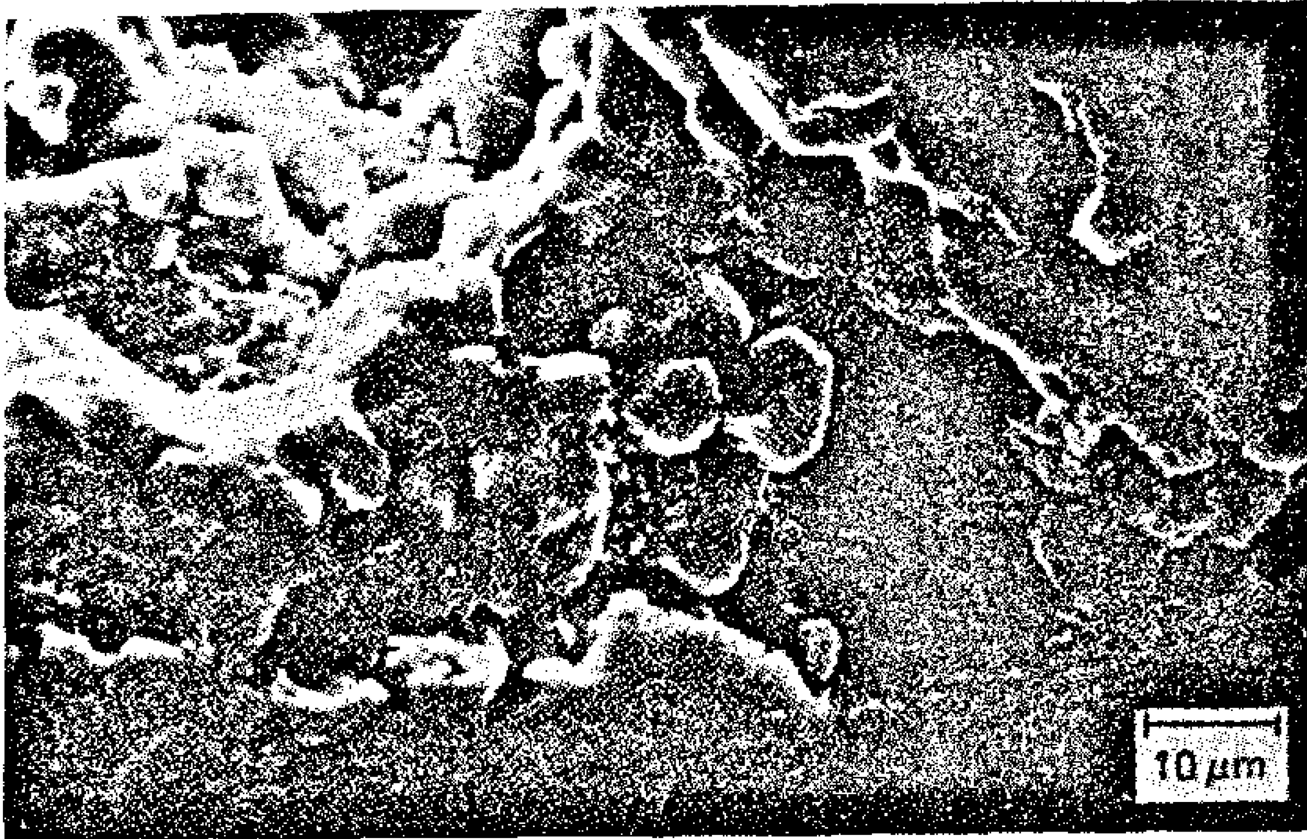
شكل 32 – احتراق في السطح الداخلى لأنبوب مرجل بخار اصيب الأنبوب بتسخين زائد 600°C ، يبدو في قمة الصورة سطح محترق ناصع اللون ، تحته طبقة مغلقة (نمت على المادة)، وتحت هذه الطبقة طبقة طبوغرافية (نمت داخل المادة)، في أسفل الصورة يبدو سطح الفولاذ .



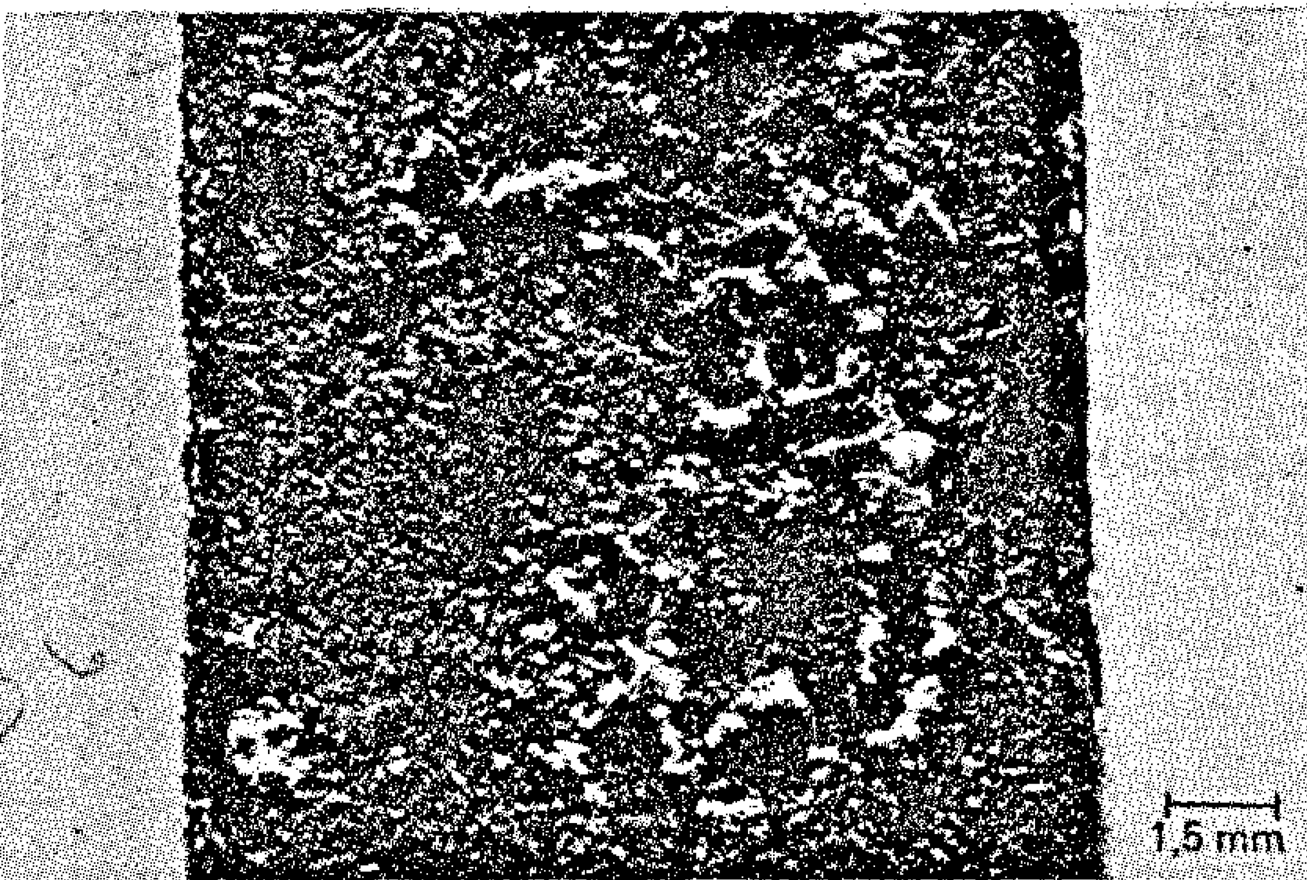
شكل 35 – قطاع في الأنبوب الموضح في شكل 34 يوضح طبقة الأكسيد المغلقة .



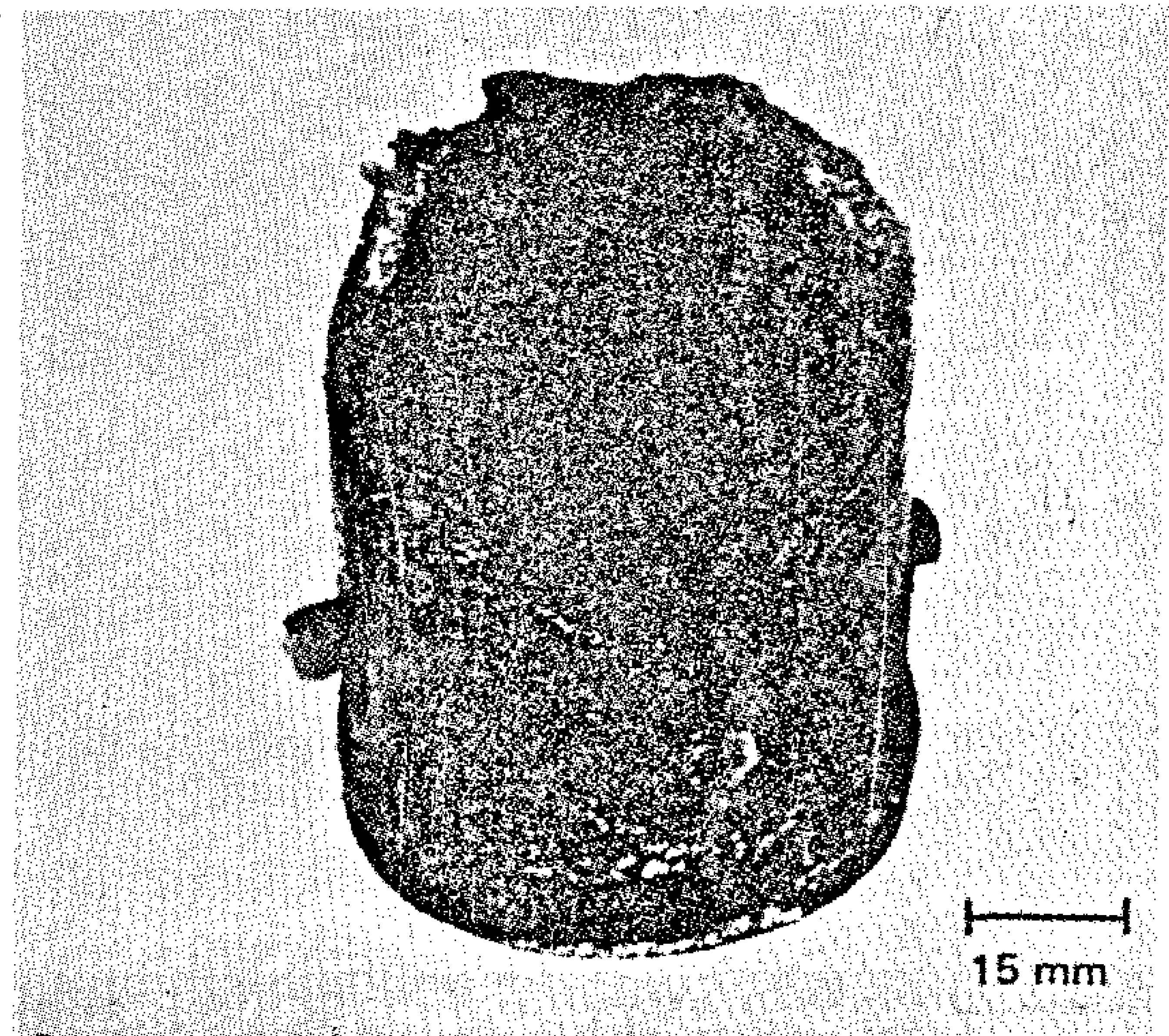
شكل 39 – جزء الإرجاع محترق مركب في مضخة سائل O2. المادة : Cu Si Mn A1 . درجة حرارة التشغيل 192°C- ، وضغط موجب 32 بار.



شكل 36 – إتلاف بين الحبيبات بتاثير قشرة ملح منصهرة سائلة في انبوب زيد تسخينها وهى مركبة. وحدة حرق القمامة. المادة 15 Mo3 ، الصورة بالميكروسكوب الالكترونى الماسح SEM .



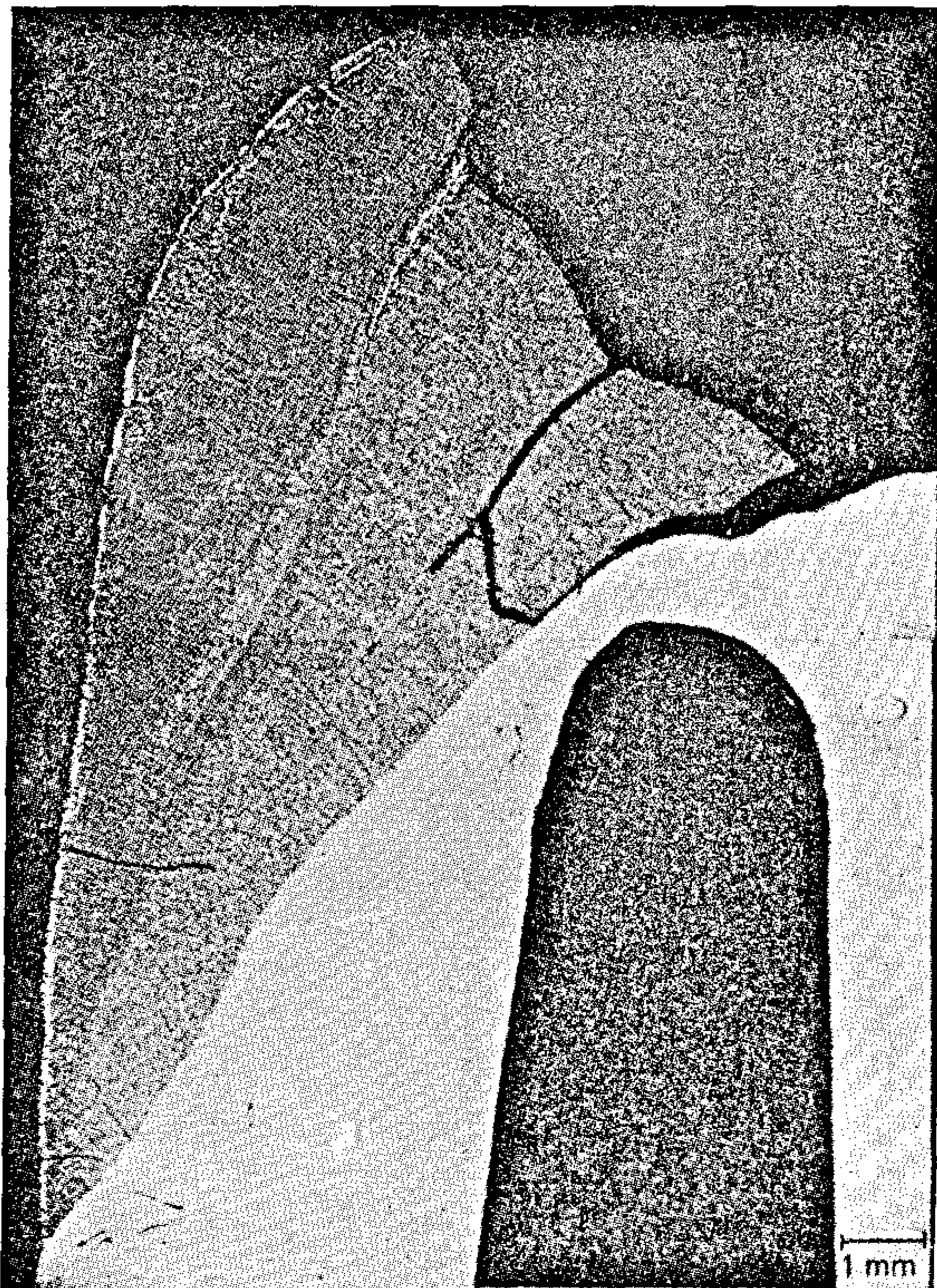
شكل 37 – تآكل بالغاز الساخن عند درجة حرارة 1081,950°C ساعة . المادة IN 100



شكل 40 – إنصهار من منفث اكسوجين براس حراق Combustion head

المادة : Inconel 600

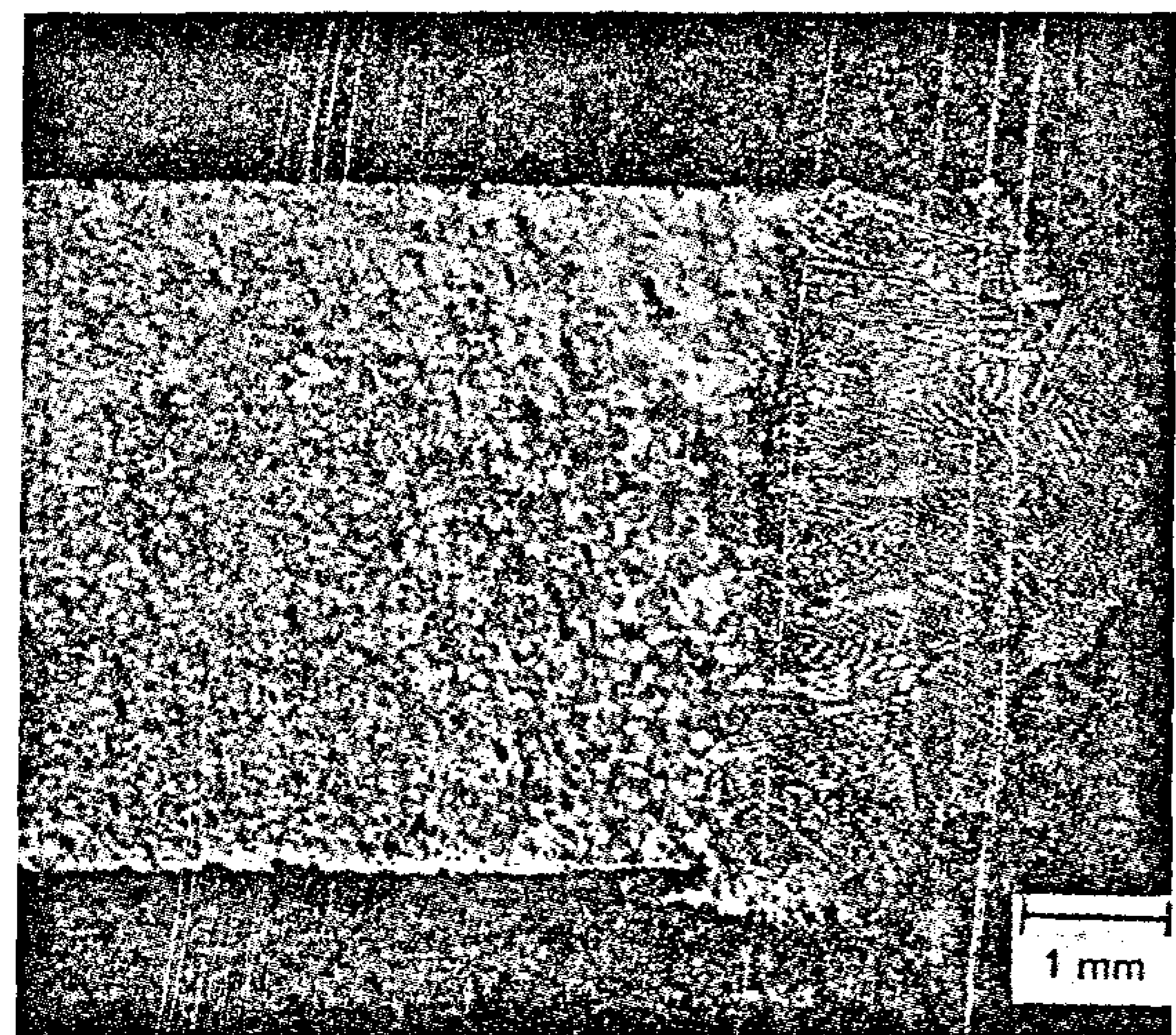
ضغط الاكسوجين الداخل : 52 بار



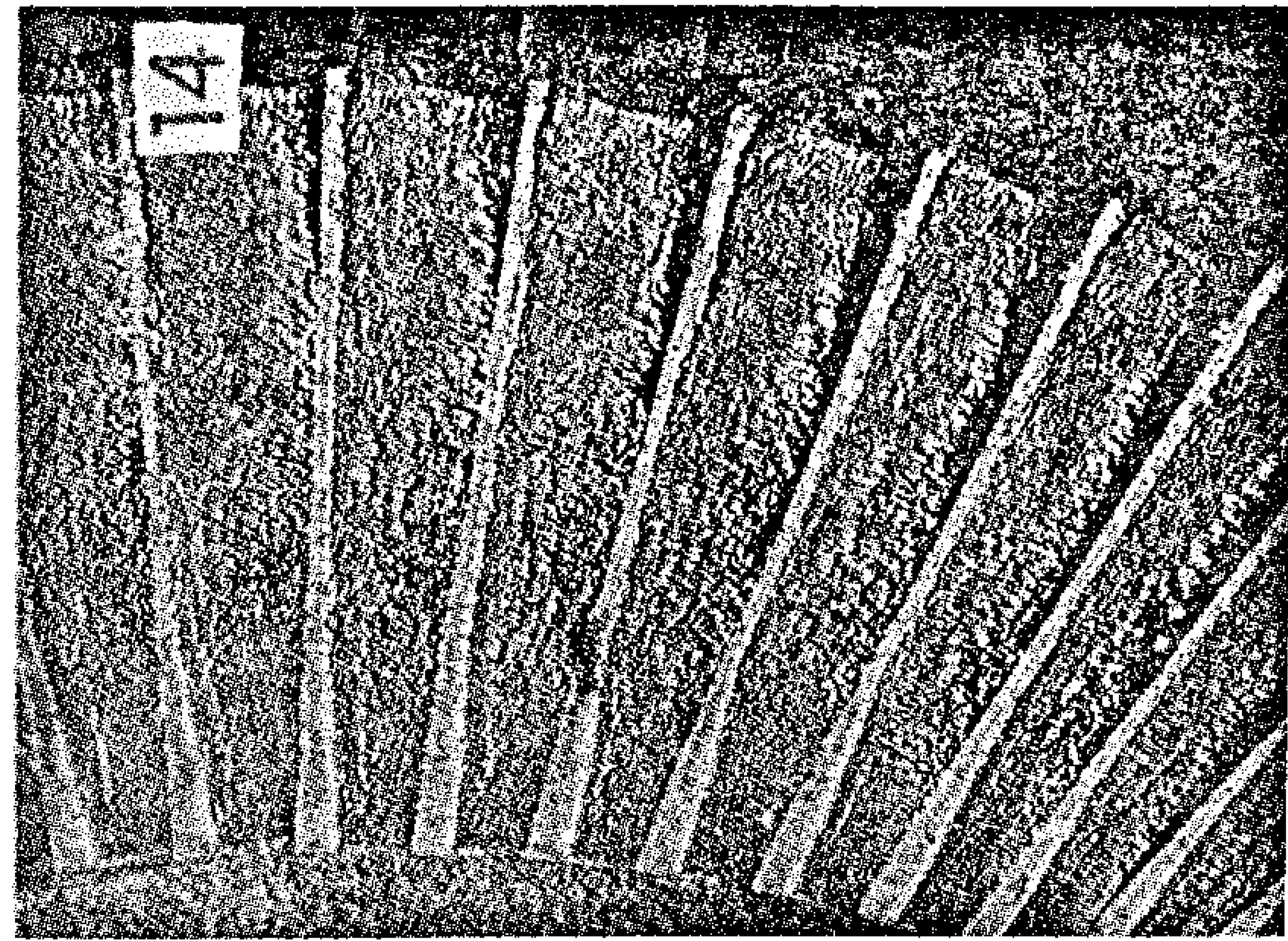
شكل 38 – تاكسد مدمر بواسطة ملح Na_2SO_4 في ريش التوجيه بتربين غازى .

المادة IN 713 LC

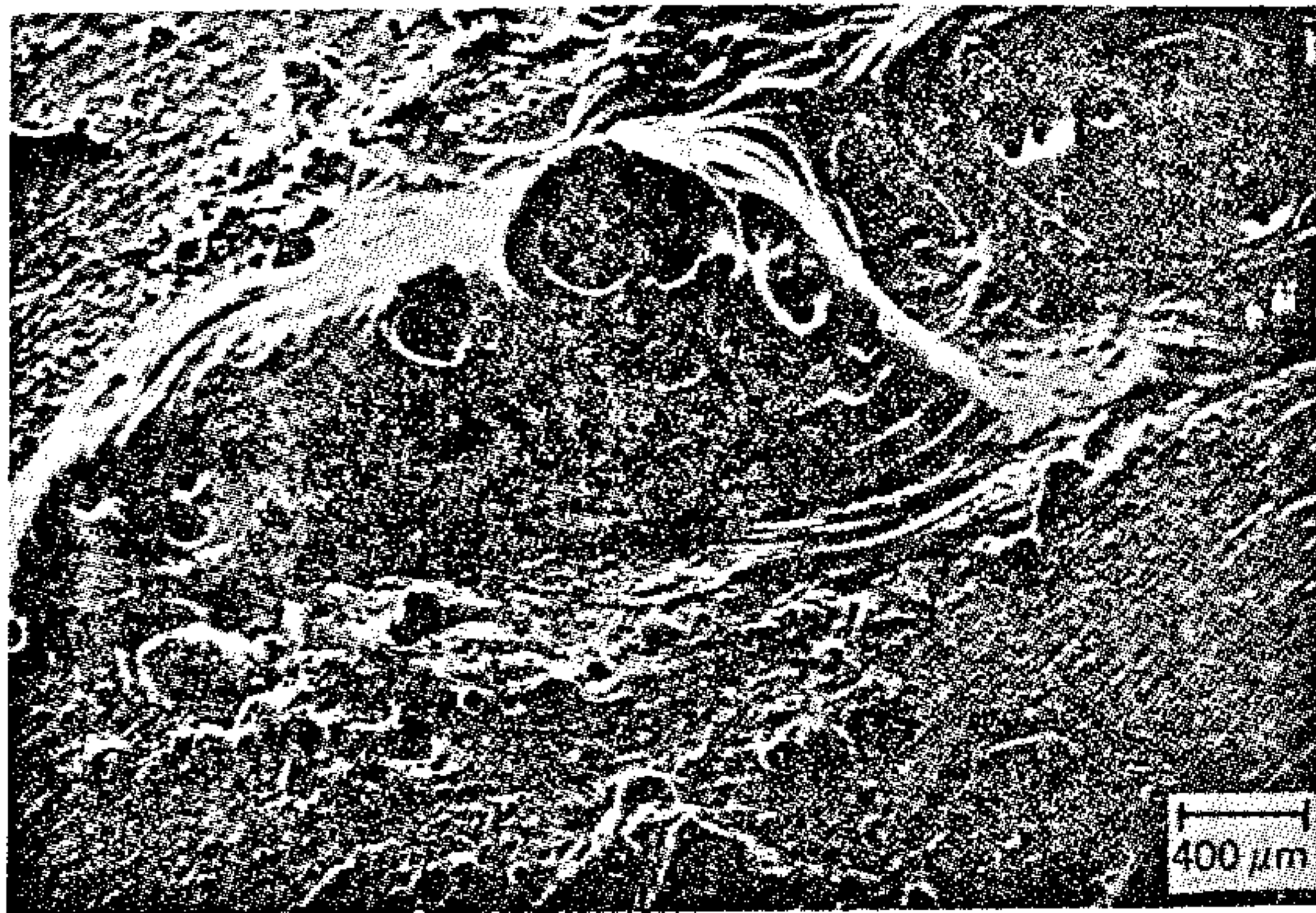
درجة حرارة دخول الغاز 820°C



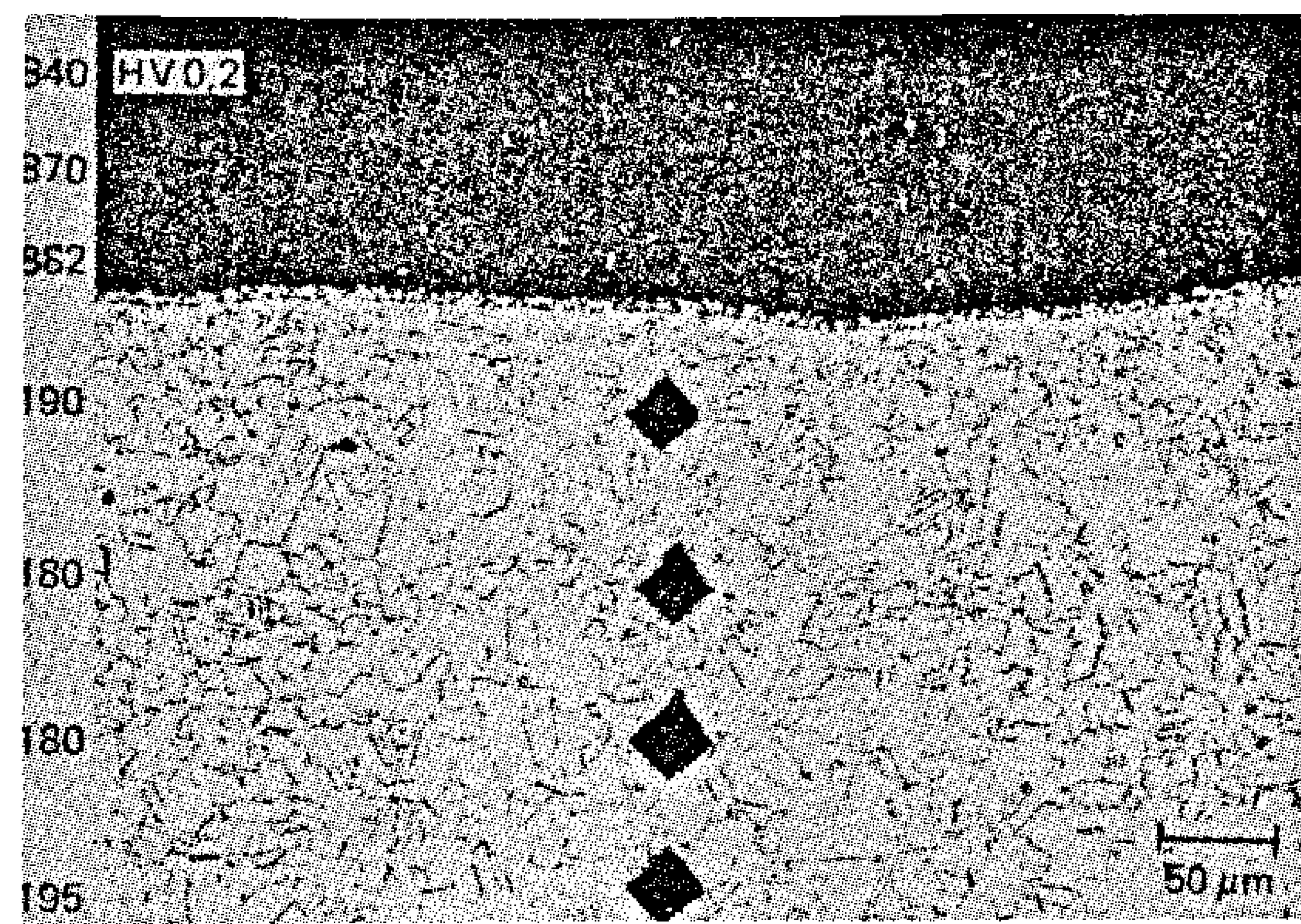
شكل 41 – مقطع متالوجرافى في منفث الأكسوجين المنصهر الموضح بشكل 40



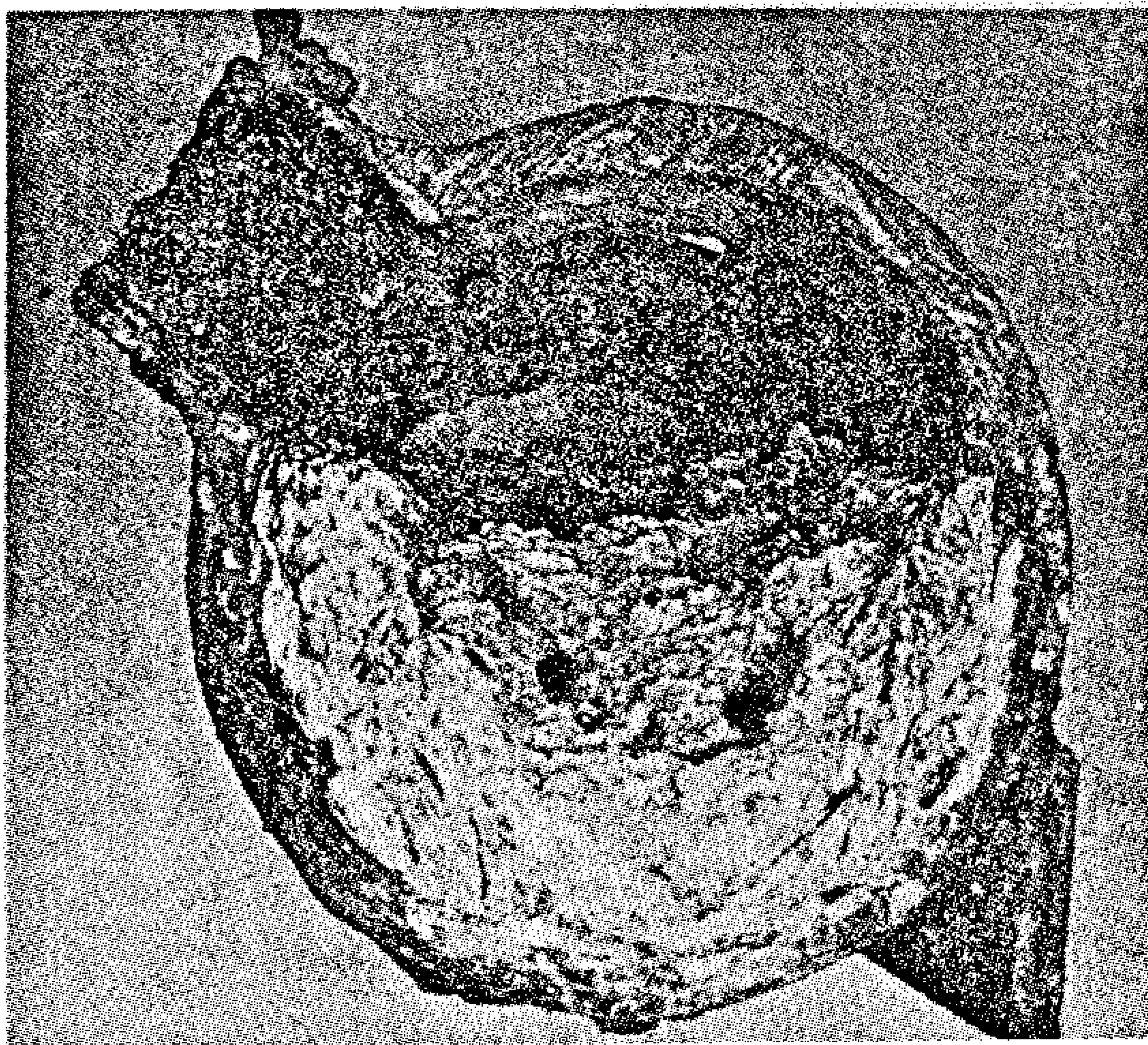
شكل 45 – صف من ريش تربين دوارة في تربين دفعي (Back pressure) (20 إلى 4 بار) 15 ميجاوات، تركيب الطبقة المتراكمة 40% Fe_2O_3، الباقي Cr, Na, Ca وغيرها.



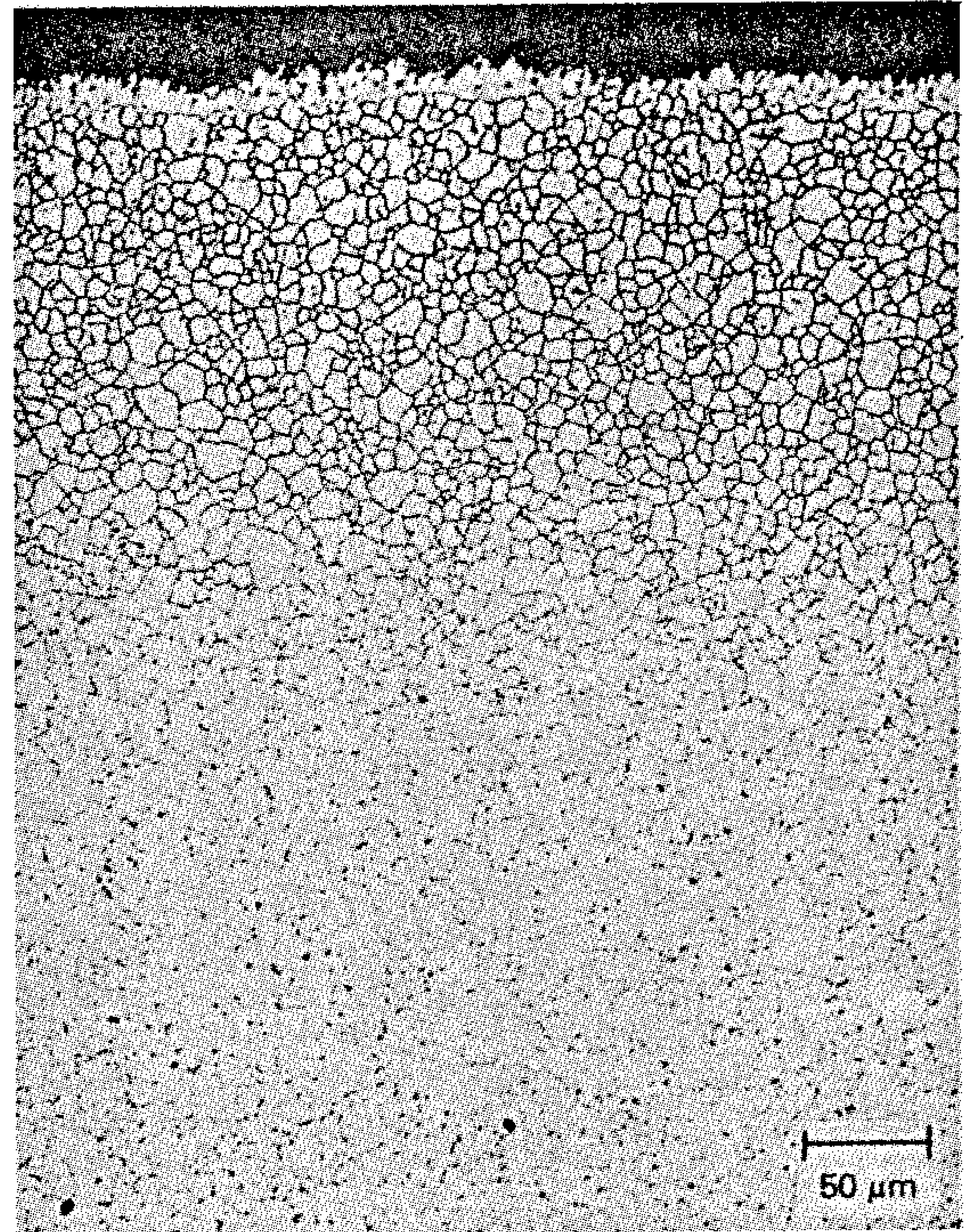
شكل 42 – موقع إشعال في الكترود لحام .



شكل 46 – نتردة بسبب وجود نوشادر بضغط مرتفع
المادة : x 10 Cr Ni Ti 1810 (صلادة البنية H V O.2)



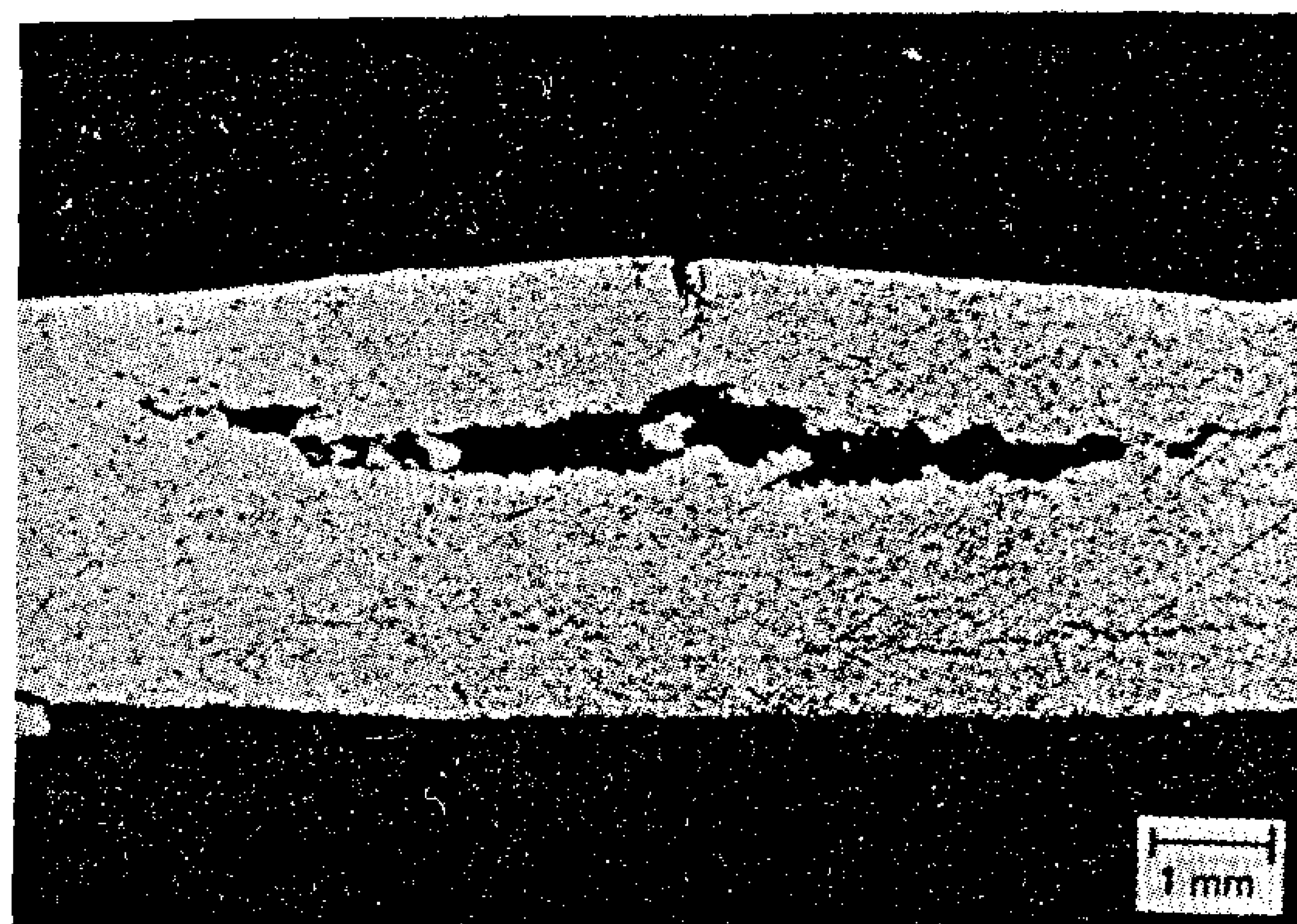
شكل 43 – طبقة قشرية متراكمة في مجمع بمرجل بخار .
أبعاد المجمع 159 mm X 10 mm ، المادة : St 35.8



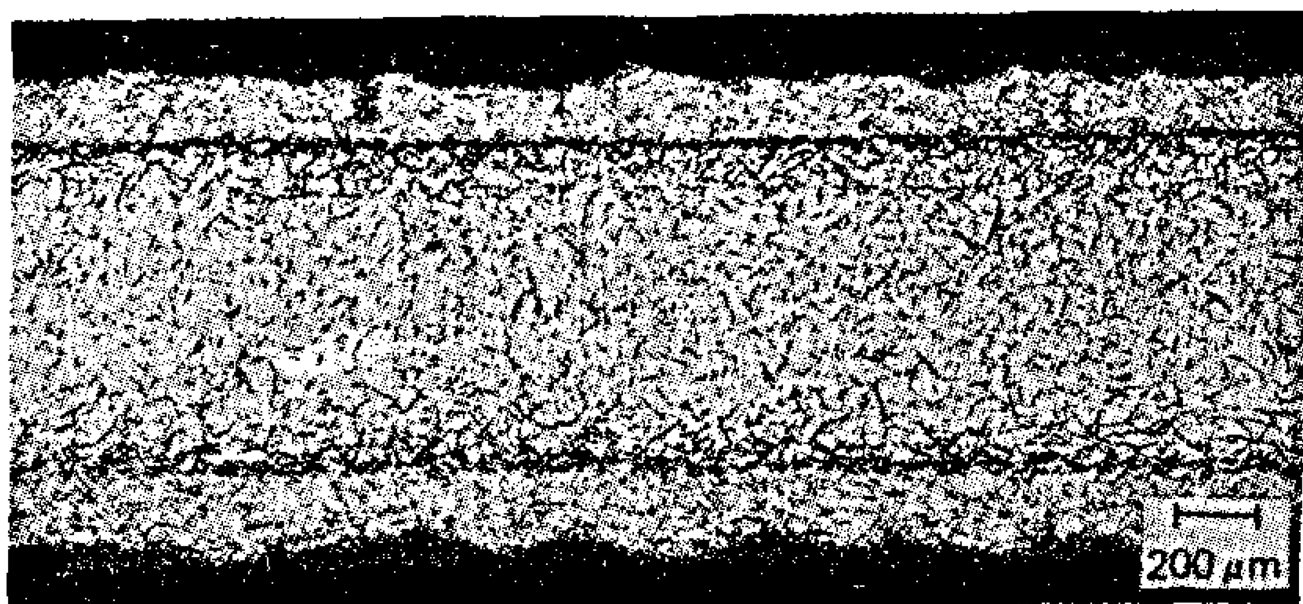
شكل 47 – تكربن حافة انبوب مسخن ذى ضغط مرتفع .
المادة : X8 Cr Ni Nb 1613 .



شكل 44 – طبقة قشرية من ملح على مجموعة ريش توجيه في تربين بخارى، طبقة رقيقة مازالت دون حدوث مايترتب عليها من آثار داخلية .



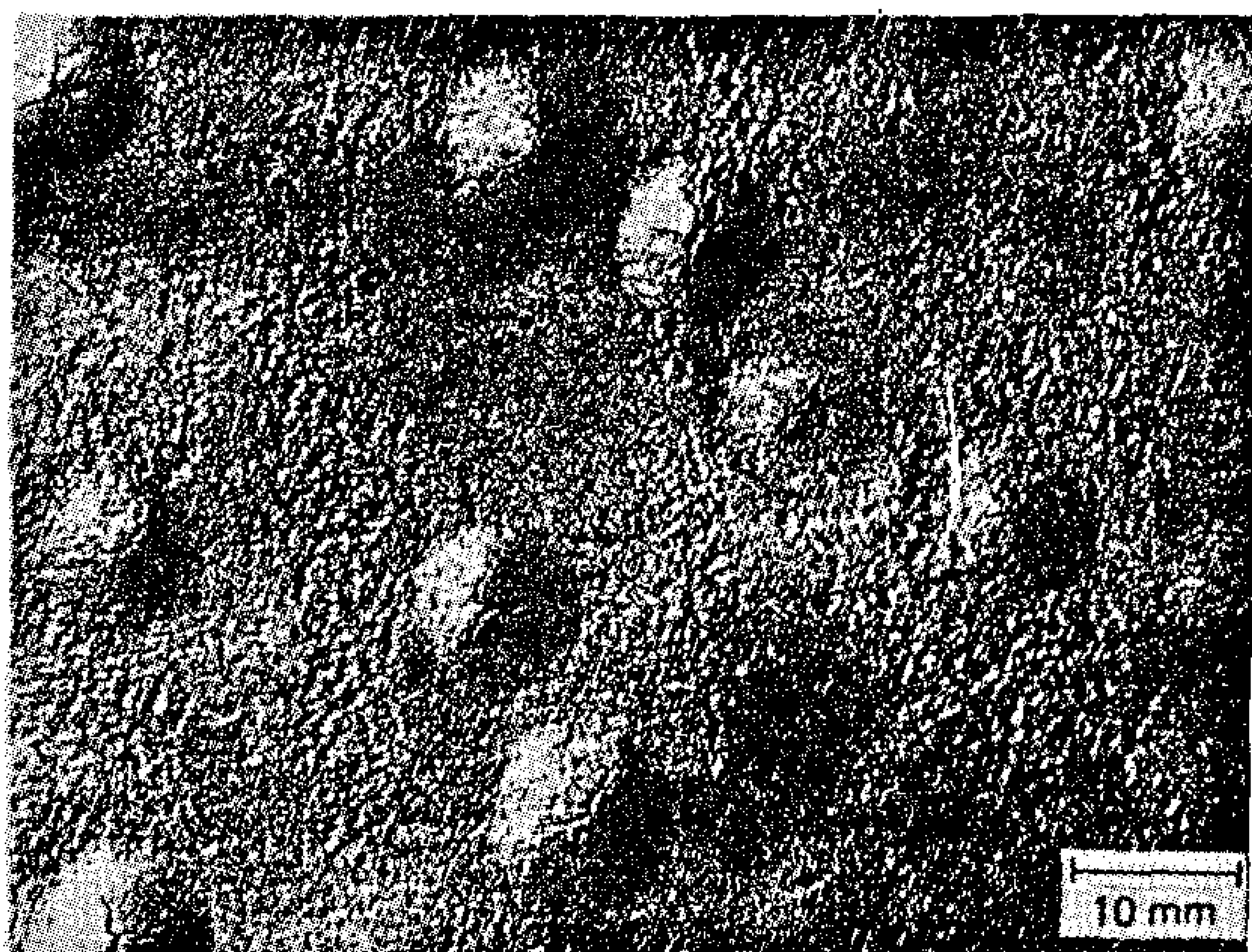
شكل 50 – مقطع متالوجرافى في اللوح المبين في شكل 49 .



شكل 48 – ارتفاع القصافة في لوح من التيتانيوم بسبب تكوين هيدريد نتيجة لانتشار الهيدروجين .



شكل 51 – تكوين شروخ بين حدود الحبيبات في بنية اللوح المبين في شكل 49 .



شكل 49 – فقاعات وشروخ على سطح لوح من النحاس المحتوى على الأكسوجين بعد تسخينه .

REFERENCES

1. *Abdel Salam M. S. and Sowelim M. A. (1967 a) Dustfall Caused by the Spring Khamasin Storm in Cairo. Atmospheric Environment 1, 221 - 226*

2. *Ansari A. J. and Evans B. G. (1982) Microwave Propagation in Sand and Duststorms . IEE. Proc. 129 Pt. F5, 315 - 322.*

3. *Bagnold R. A. (1941) " The Physics of Blown Sand and Desert Dunes", Chapman Hall, London, P. 265.*

4. *Chu T. S. (1979) " Effects of Sand Storms on Microwave Propagation", Bell Syst. Tech. J. 58, 549 - 555.*

5. *Ghobrial S. I. (1980) "The Effect of Sand Storms on Microwave Propagation", Proc. Nat. Telecommun Conf., Houston, TX. Vol. 2 - 4341 - 4354.*

6. *Goldhirsh J. (1982) " A Parameter Review and Assessment of Attenuation and Backscatter Properties Associated with Duststorms over Desert Region in the Frequency Range of 1 - 10 GHz", IEEE Trans. on Antennas and Propagation, AP - 30, Vol. 6, 112181127.*

7. *Hewson E. W. (1958) Proceedings, Nat. Conf. on Air Pollution, U. S. Dept. of Health, Education and welfare.*

8. *King M. D., Byrene D.M., Herman M.H. and Reagan J. H. (1978) "Aerosol Size Distribution Obtained by Inversion of Spectral Optical Depth Measurement", J. Atoms. Sci. 35, 2153 - 2167.*

9. *Levin Z., Joseph J. H. and Mekler Y.(1980) "Properties of Sharav (Khamasin) Dust - Comparison of Optical and Direct Sampling Data", J. Atmos. Sci., 37, 882 - 889.*

10. *Patterson E. M. and Gillette D. A. (1977) " Commonalities in Measured Size Distribution for Aerosols Having Soil derived Component", J. Geophys. Res. 82, 2074 - 2082.*

11. *Row D. R., Nouh M. A., Al-Dhowalia K. H. and Mansour M. E. (1985) "Indoor - outdoor Relation of Suspended Particulate in Riyadh, Saudi Arabia", J. Air Pollut. Control Asso., 35, 24 - 26.*

12. *Sowelim M. A. (1983) " Characteristics of Storms Deposited Dust at Cairo", Atoms. Envir. 17 No. 1, 145 - 149*

13. *Sowelim M. A. (1992) "A Study of Sand Deposits Caused by a Duststorm on Cairo Area", Proc. 4th. Nat. Phys. Conf. on : Role of Physics in Development and Protection of Environment, Cairo Uni., 28 - 30 Nov. Part 1, 63 - 73.*

14. *Sowelim M. A. and Nasralla M. M. (1994) " Wind Conveyed Desert Dust Blown on Sakkara Area", 4th Int. Conf. on : Envir. Prot. is a Must , 10 -12 May, Sheraton, Alex.*

15. *Sowelim M. A. (1994) "Effect of Conveyed Desert Dust on Neighbouring Tillage", Accepted for Publication in Egypt. J. of Occup. Med.*

VARIATION OF COLLECTED DUST WEIGHT WITH HEIGHT DURING VARIOUS STORMS

The collection rate of dust weight during the nine storms under investigation are shown in table (2)

Table 2- Weight of collected dust (g/m 2. storm) at different levels and the mean wind speed during each storm.

Height (m)	Storm Number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	35	38	41	39	50	66	28	36	35
5	22	30	38	35	36	64	31	24	53
15	13	43	31	38	38	70	24	21	41
30	17	29	45	25	33	57	35	23	38
50	18	36	55	36	29	56	52	27	42
TOTAL	105	176	210	173	186	313	168	131	209
V m/sec	12 5	12 5	15 6	10	13	18 4	9 5	8	14 6

Looking to the table, one could not be sure what levels are characterized by comparatively large collected samples. Consequently the data was statistically analysed by F-test between the collected dust mean weights during various storms at different levels. Result of such treatment is summarized in table (3).

Table 3- F-test summary table

Source of variation	T.S.S	d.f.	M.S.S.	F
Between storms	5482.4	8	685.3	12.97^{++}
Between heights	292.11	4	73.03	1.38
Residual	1690.69	32	52.83	---

T.S.S. = total sum of squares; M.S.S. = mean sum of squares, ++ means highly significant

The test showed that there are high significance between storms' variances and non-significance between variances of collected dust weights at different levels. Consequently we compare the individual storm means, which are :

$\overline{X}_1 = 34.3$, $\overline{X}_2 = 35.2$, $\overline{X}_3 = 37.2$,
$\overline{X}_4 = 21$, $\overline{X}_5 = 42$, $\overline{X}_6 = 33.6$,
$\overline{X}_7 = 62.6$, $\overline{X}_8 = 26.2$ and $\overline{X}_9 = 41.8$

The difference between pairs of means required for significance is

$2.04 x \sqrt{2} x \sqrt{52.83 / 5} = 9.4$, where 2.04 is the 5% value of t (student test) for 32 d.f. (degree of freedom).

When the difference between those pairs is examined, the results show that 19 of them gave non-significance and 17 gave significance. This indicates that the only reason of such phenomenon is the storm characteristics such as wind speed and the nature of soil over which the stormy winds blow. This can be explained by noticing the total collected conveyed dust which increases as the mean prevailing wind speed increases during storm (table 2.)

The collected dust showed non-significance with respect to height. This means that the stormy winds carry particulate dust with nearly equal weight through its depth of turbulence. The total collected dust weight during the nine storms at the first level reached 368 g/m^2 while the corresponding collected dust at 50 m height was 349 g/m^2. This means that the lower and upper levels are characterized by nearly the same dust concentration (weight), regardless of the particle size. In other words, large numbers of comparatively finer dust particulates at the top and less number of comparatively coarse dust particles at the lower levels.

CONCLUSION

Collected wind conveyed dust particles during sand / duststorms gave different particle size distribution which cannot be represented by a single function. The tested 6 duststorms having a wind speed range from 10 to 18.4 m/sec and for a range of heights form 1 m to 50 m clarified the following :

1. 50% of the measured distribution can be fitted to log-normal and about 33% to normal functions while 10% and about 7% were fitted to power and exponential functions respectively .
2. The distribution depends on the height and storm conditions as well .
3. The average diameter of dust particles collected at 50m level ranges from 17.2 to 19.3 μm. The corresponding range at 1 m level ranges from 40.4 to 72 μm which is much wider compared to the former range.
4. The average diameter decreases with the increase in height according to a power law.
5. Collected dust samples during the examined nine storms (including the 6 proceeding ones) showed highly significant differences between means of different storms and non-significant difference between means of the different heights which confirm the storm conditions dependence.

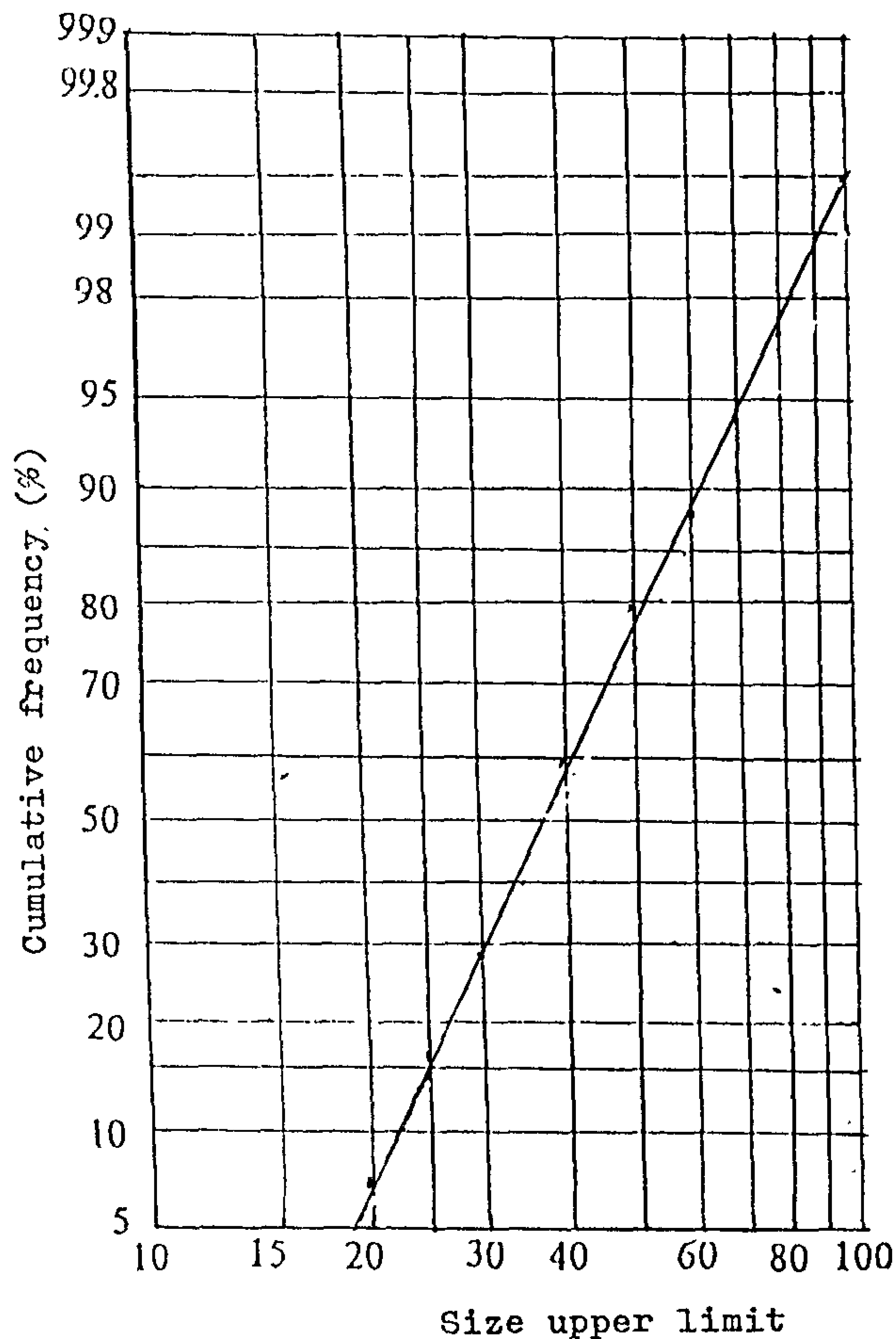


Fig. 6- Normogram for log-normal distribution function

In order to differentiate between those two types of distributions, we plot the original microscopical analysis data i.e. number of counted dust particles against the corresponding upper limit of their size intervals. If the co-ordinates fit a line on the log-normal paper then we should have exponential size distribution (Fig. 7) . On the other hand, if the points are more close or fit a line on the log-log paper, then the distribution should be a power law one (Fig. 8). Examples of those 4 different types of size distribution are shown in table (1) and denoted by a suffix over the sample median size.

Out of the thirty analysed samples there are 15, 10, 3, and 2 size distributions fitted to log-normal, normal, power and exponential distribution function respectively. The normal and log-normal functions are in accordance with the results of Row (1985) and Patterson and Gillette (1977). The variation of dust particle size distributions during storms is confirmed by Kig et al (1978).

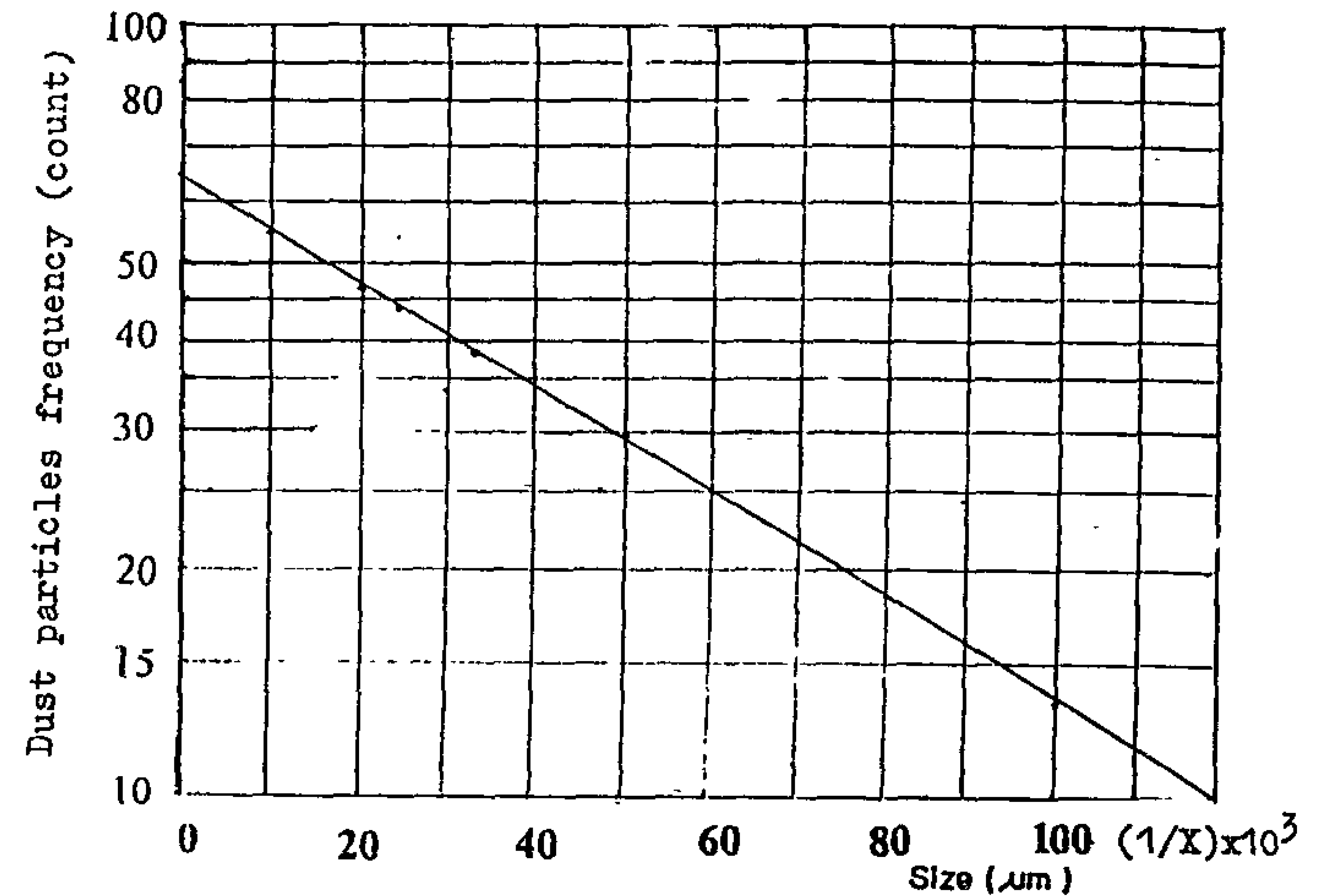


Fig. 7- Fitted exponential function distribution

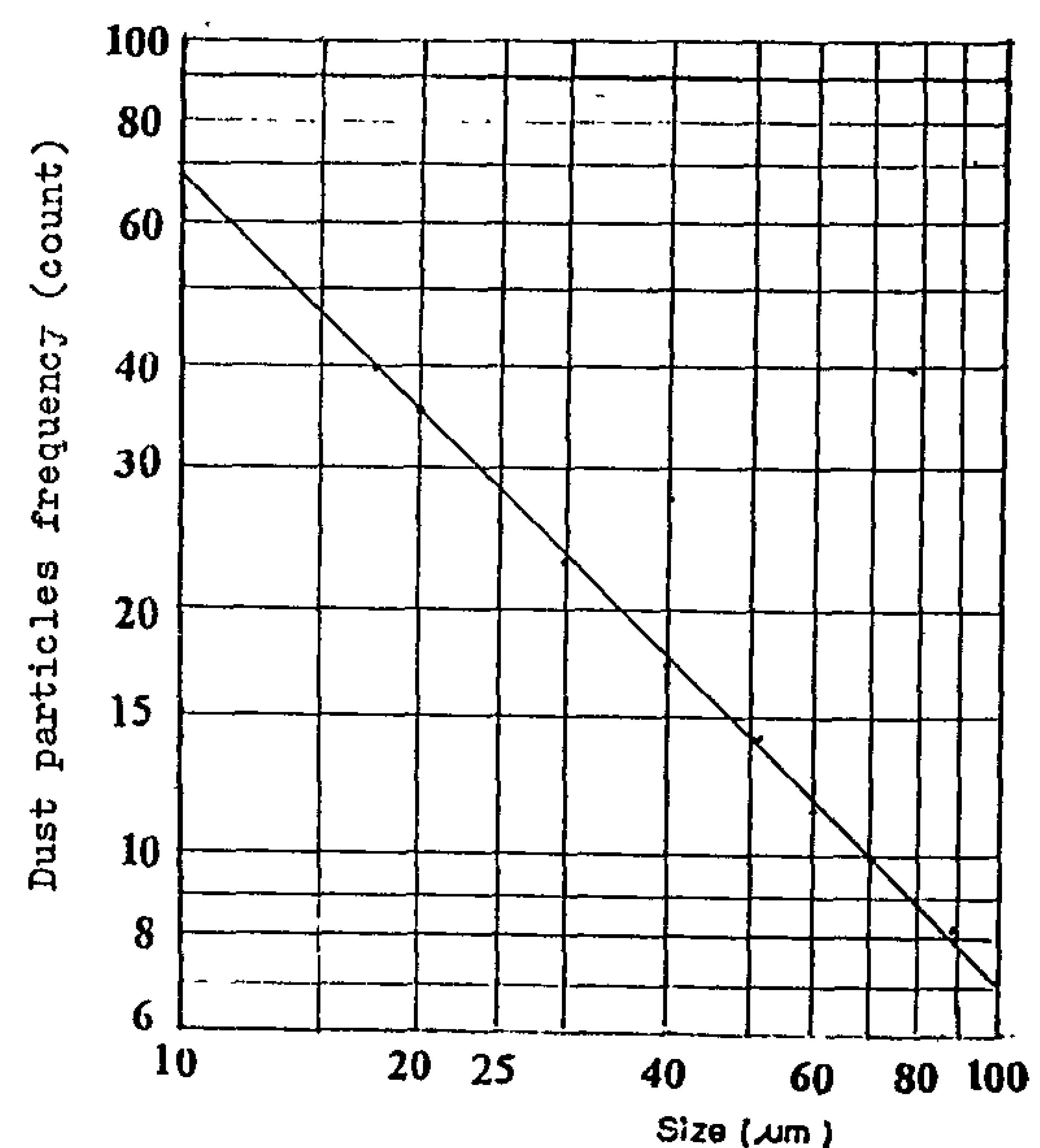


Fig. 8- Fitted power function distribution

larger particles. Our present result doesn't agree with Ghobrial (1980) who found such relation to be exponential. His conclusion can be considered as non-indicative since the measurements were based on one sample only. The present work used measurements of 6 storms characterized by various meteorological conditions which confirm that the relation is a power law distribution.

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

The cumulative curves of the thirty samples show two kinds of shapes, either ogival or curvelinear as shown in figures 4.a. & 4.b respectively :

1. Ogive curves which indicate that the particle size distribution is normal or log-normal (Fig. 4.a) In this case, cumulative frequency as percent of particles count was plotted against the upper class boundaries 100 - 80, 80-70, 70-60, ..., 20-10 and < 10 μm on a normal probability graph paper. If the points were fit or close to a straight line then the distribution is normal as shown in Fig. 5. When the points lie or close to a line on log-probability graph paper, then the distribution is a log-normal one as in figure 6.
2. Ordinary increasing or decreasing curves which indicate exponential or power function of dust particles size distribution as shown in figure 4.b.

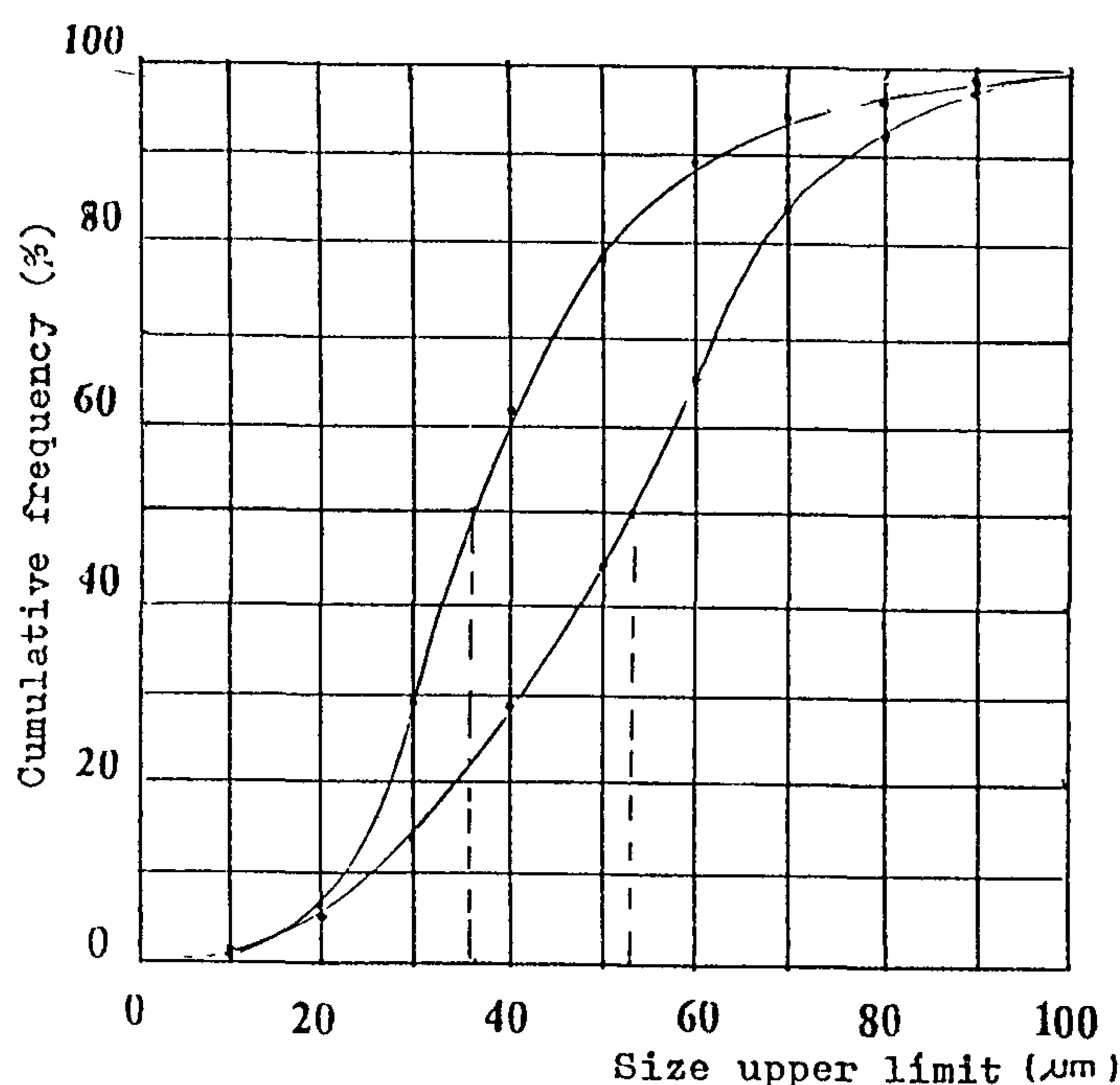


Fig. 4,a- Cumulative curves representing dust particle size distribution

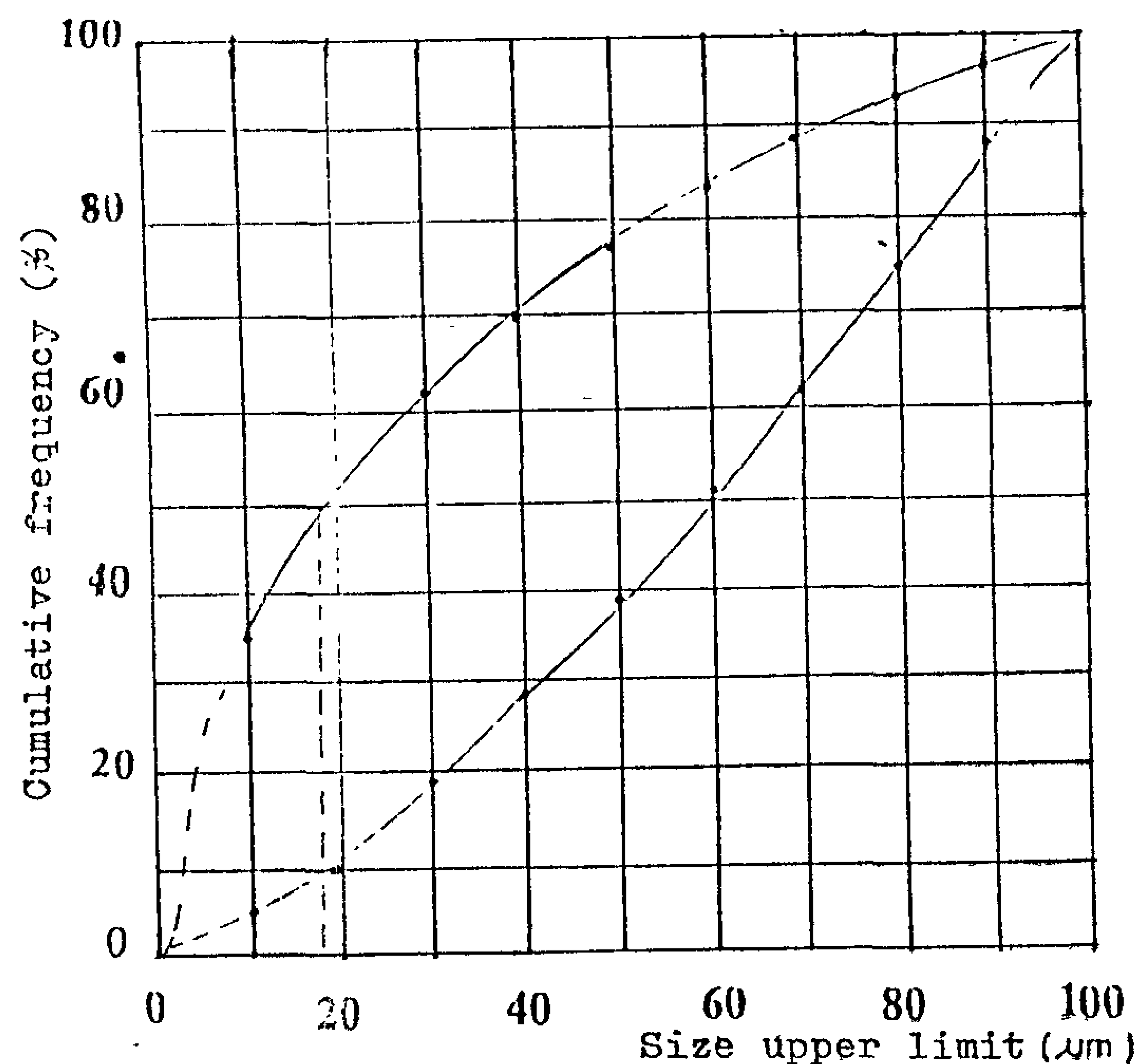


Fig. 4.b - Cumulative curves representing dust particle size distribution

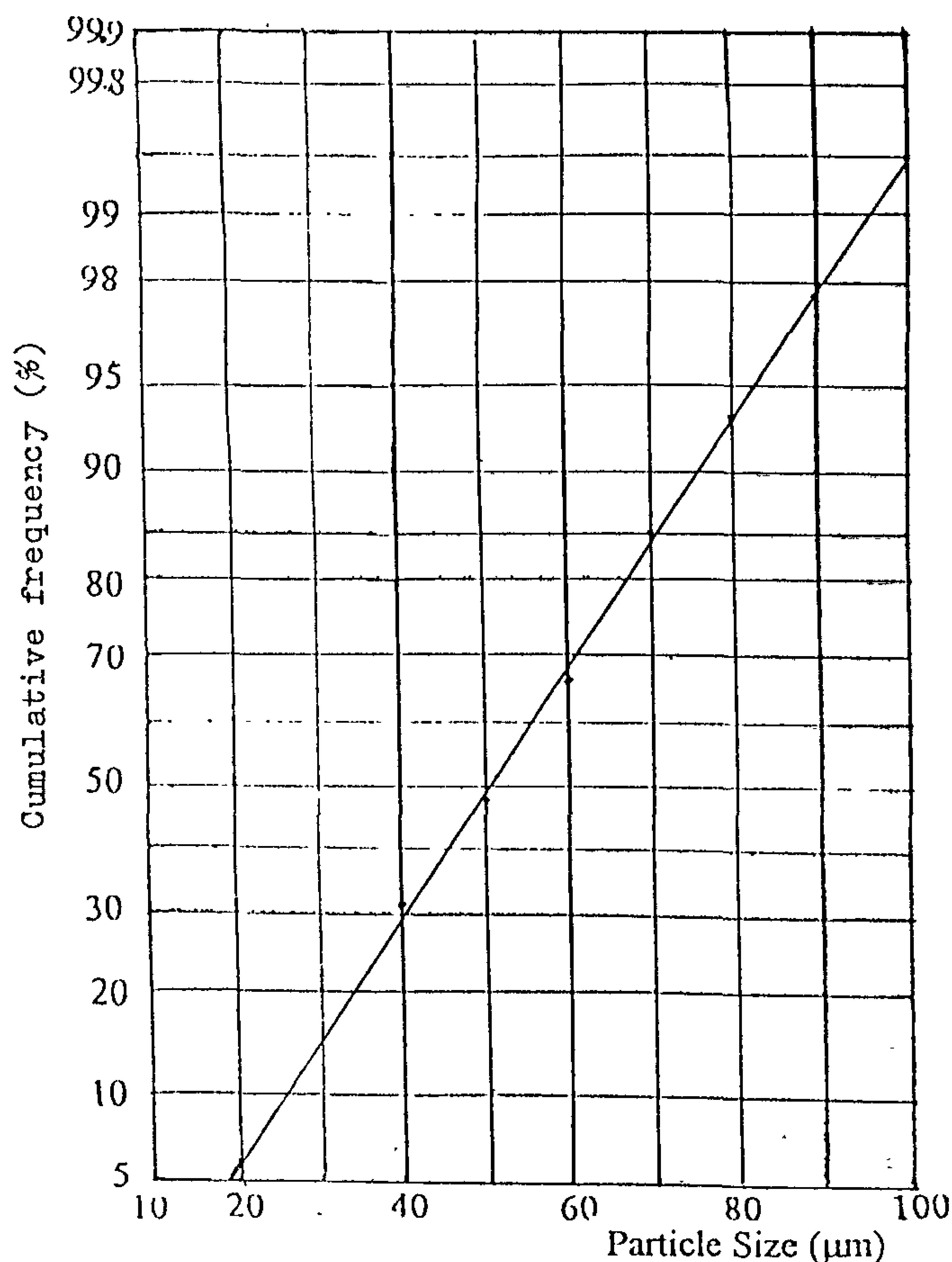


Fig. 5- Normorgam for normal distribution function

range of intervals < 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40, ..., and 90 - 100 μm were measured while those of grain size more than 100 μm were discarded. When the upper limit of those intervals were plotted against their cumulative percentage frequencies we have the cumulative curves as shown in figures 4.a & 4.b. The number of median diameters which are the diameters most frequently given in the sample, were determined for all samples during storms and at various heights.

Results of such analysis are shown in table (1) for 6 storms only where the other 3 storms were accompanied or followed by rainfall. Collected samples in this case are not suitable for microscopic sizing even when the dust samples were precisely well dried, hence dust particles could coagulate resulting in a remarkable change in the physical properties of dust particles.

Table 1- Median diameters of collected dust samples during storms at different levels

		Storm Number					
$\overline{D}$ μm	Level μm	1	2	3	4	5	6
56	1	40.4	54.6	60	52.5n	56.2	72
35.4	5	32.1	35 ln	44	25.2	38.6	40.5
25.5	15	22.3	22.7e	28.7	21.8	33.5	25.3
20	30	18.6p	17.3	24	16.6	20.7	23
18.3	50	17.2	18 2	19	17.7	18.7	19.3

$\overline{D}$ is the average diameter, n = normal ,
ln = log-normal, e = exponential, and
p = power distribution

RESULTS AND DISCUSSION :

Relation of dust Particle diameters with collecting height

Results of 30 median diameters which have been obtained from the cumulative curves are shown in table (1). It can be seen that the variation of D_{50}% at low height is rather large when compared to the variation at higher collecting level. For example, it varies from 72 to 40.4 μm at the level of 1 m compared to a variation from 19.3 to 17.5 μm at 50 m height. This may be attributed to the different conditions characterizing each storm such as wind strength and soil state. Furthermore, larger particles have a higher settling velocity while smaller size particles can rise to higher levels by the vertical wind velocity component. The horizontal winds convey such particles to be collected by impacting process through the gauge baffles plates.

The first column of table (1) shows the average diameters of equilevel collected dust samples. It could be noticed that $\overline{D}$ decreases with the increase of dust collecting height, as may be expected. This inverse relationship gave a straight line when the points co-ordinates were depicted on a log-log paper (Fig. 3) which indicates that the relationship is a power law one.

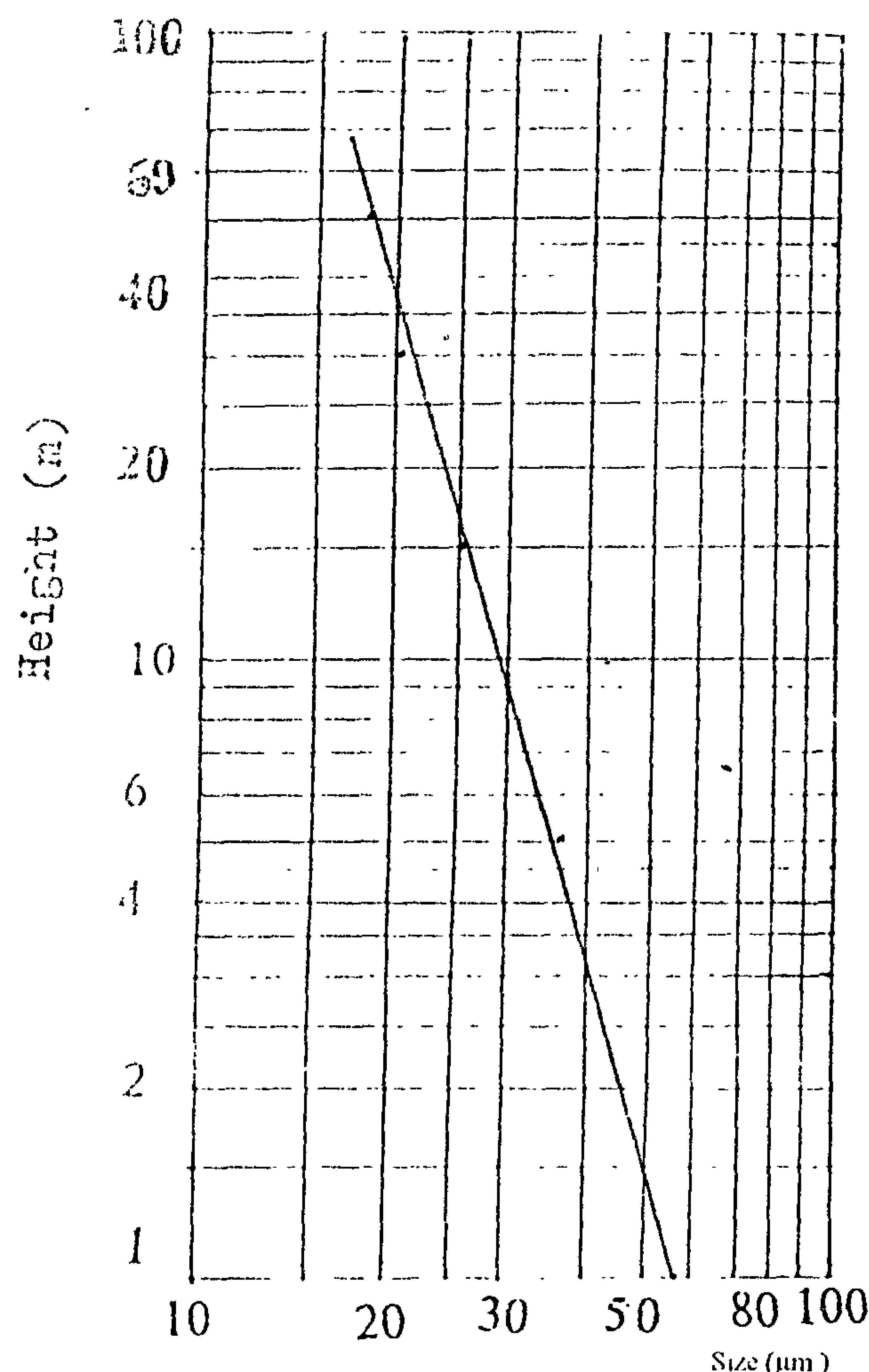


Fig 3- Variation of dust particle mean sizes with height

To determine the exact equation, assume a relation in the form :

$$\overline{D} = a\,H^{-b} \quad \text{.........................} \quad (1)$$

where $\overline{D}$ is the average diameter of dust particles collected at height H; a & b parameters of dispersion.

Then, $\log \overline{D} = \log a - b \log H$

from which a = 56 and b = 0.288 as could be given from Fig. 3 . Consequently, the equation becomes $\overline{D} = 56\,H^{-0.288}$

The increase of $\overline{D}$ with the decrease of H may be attributed to the various conditions characterizing the storms. Furthermore, larger particle size have a higher settling velocity compared with small particles and consequently can be conveyed for higher levels than

used in previous studies in the area (Sowelim, 1994). The collecting dust gauge is a box shape, made of stainless steel foils (0.6 mm thick) having dimensions 10 x 10 x 30 cm with an opened side of 10 x 30 cm. Each one of the used five gauges is fixed to a suitable horizontal beam of the mast as shown in Fig. 2. on condition that its opening side facing the wind direction during storm blowing .

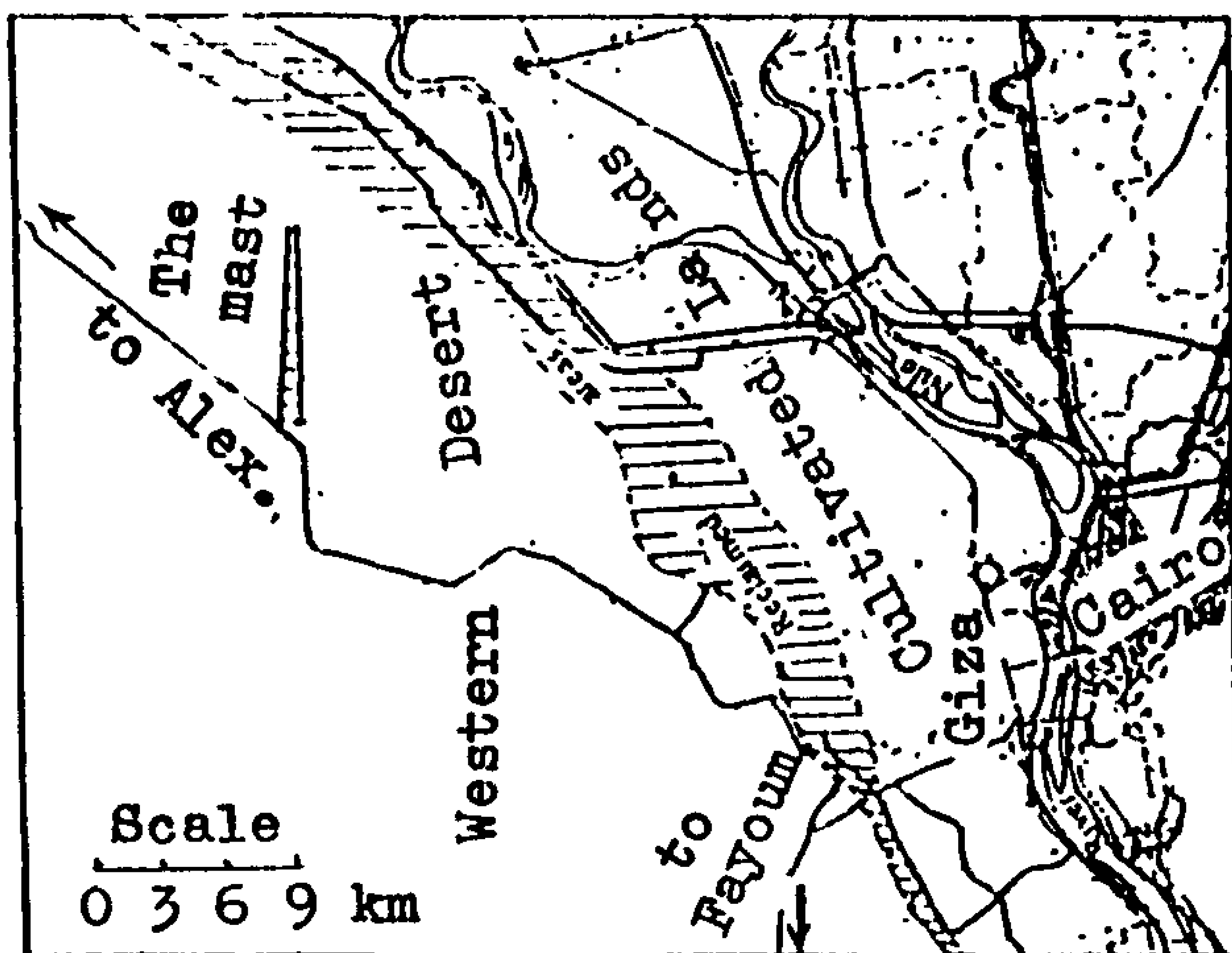


Fig. 1- Map showing the used sampling mast location

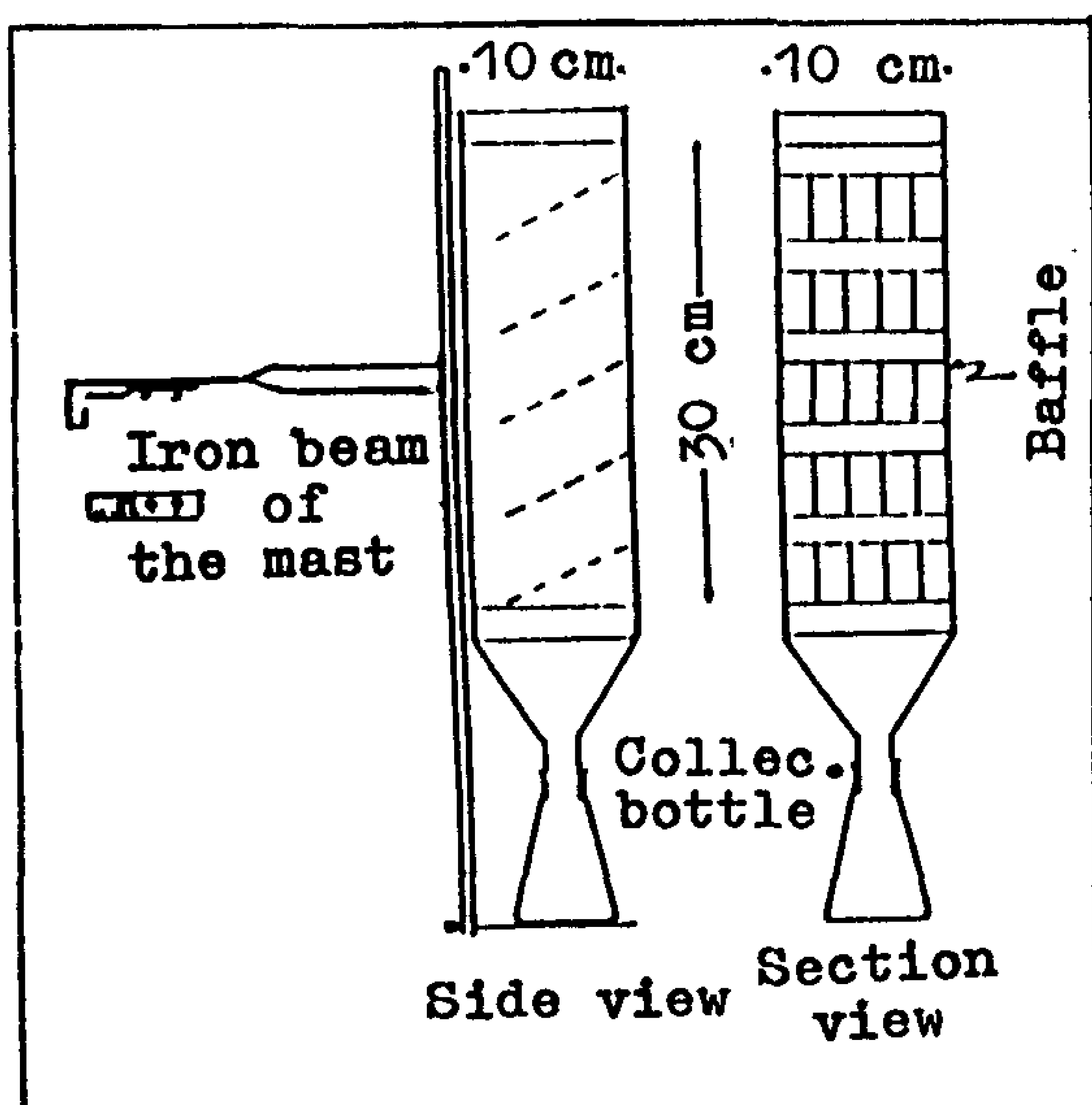


Fig. 2 - A wind conveyed dust gauge with its iron holder

It is very important to collect wind conveyed dust form one direction to get reliable results which assure the same terrain constituents carried by winds. The suitable dust gauge orientation requires a knowledge of the characteristics of the different types of storms passing the area. Such storms, which affect different areas of Egypt, will be classified according to their degree of importance as follows :

1. Khamasin type of duststorms :

This depression gradient type of storms are caused by southerly and S-easterly winds blowing in front of deep desert depressions when passing, forming or developing near the northern coast of Egypt over the desert or over the southern Mediterranean. Such storms occur during the transitional season mainly spring and affect all areas of Egypt (Abdel Salam and Sowelim 1967).

2. Winter type of duststorms :

They are caused by steepening of the pressure gradient for southerly winds in front of deep extra tropical cyclones when passing or formed over the east Mediterranean . This type occurs mostly during late winter and affect mainly Lower Egypt, (Sowelim, 1983).

3. Cold front type of duststorms :

Such kind of storms are caused by northerly winds in the rear of cold fronts associated with deep tropical desert depressions when leaving the east Mediterranean and moving eastwards or N-eastwards. The dust storms occur over Egypt, mostly over Upper Egypt and over north Sudan, mainly during winter and spring.

From this preface, it is clear that the blowing winds during the former two types of storms have the southern direction; moreover, they affect the area of study rather than the third type of storms. Consequently, the dust collecting gauges were mounted with their opening sideface towards the southern direction.

MICROSCOPIC ANALYSIS

As soon as the storm blew over, collected dust, at each level of the mast, was taken to the laboratory to obtain the net weight of each sample. A minute quantity of such dust was dissolved in about 10 ml of pure acetone. One drop of the liquid suspension is put on a glass slide and flattened by a cover glass to be ready for microscope with its matching graticule and magnification of 10 x 97 x was used by the aid of an electric counter. The number of dust particles in the

SIZE DISTRIBUTION FUNCTIONS OF CONVEYED DUST PARTICLES AT DIFFERENT HEIGHTS DURING STORMS

By
M. A. Sowelim*

ABSTRACT

Samples of collected wind conveyed dust at different heights during nine sand / duststorms were microscopically analysed to find their median diameters while their weights wee statistically treated in order to find the height dependence. Collecting conveyed dust gauges were fixed at different heights of a mm waves propagating mast near Cairo. Analysed dust particles of 30 samples showed that 90% of them were fitted to normal and long normal particle size distribution while only 10% showed a power law and exponential functions. Dust particle sizes showed a decrease with the increase of collecting height following a power law. Other results are also included.

INTRODUCTION

Both dust particle number concentration and their size distribution function of wind conveyed dust are two essential factors on which the optical waves as well as mm waves (MMW) depend regarding their propagation into sand / dust / storms (Ansari and Evans, 1982 and Goldhirsh, 1982.)

The present work aims at identifying the types of particle size distribution. However, previous investigators gave different results. For example, Row et al (1975) found that his measurements of atmospheric particles have been fitted to normal distribution while Patterson and Gillette (1977) found that they fit to log-normal distribution. Furthermore, Chu (1979) found that they were fitted to exponential whilst Levin et al (1980) found that the distribution fits to a power law. This indicates that it is difficult to have global distribution during storms and the distribution may depend on the location and the storm condition. The collecting height of samples is another important factor in particle size distribution. Consequently, a tall mast carrying communication antennas, situated in the desert near Cairo was used. Five different levels were chosen at which dust conveyed collecting gauges were attached to that mast.

Characteristics of wind conveyed dust in open areas such as desert were previously examined by Hewson (1958). He gave the value 6.7 - 8.9 m/sec for the characteristic wind speed at which the aerodynamic downwash will carry contaminants to the surface. Dusts are carried to the ground if the wind is fairly strong. Furthermore, Bagnold (1941) defined the minimum wind velocity able to carry dust particles of specific grain size and density to a certain level according to the prevailing wind speed. He found that the sand / dust particles for most sediments better fit a log-normal distribution. Our previous work in this field either for deposited (Sowelim, 1981, 1992) or wind conveyed collected dusts during storms were in accordance with that last conclusion (Sowelim, 1993 & 1994). Here we aim to attain the type of particle size distribution function at different heights from the ground surface during various duststorms.

METHODOLOGY :

THE USED MAST AND SAMPLING GAUGES

The used mast is 110 m height standing in an open area in the western desert, ca. 30 km to the north west of Cairo in order to avoid the effect of turbulence caused by the city buildings . It is situated sidewards Alex., Sahara Road at about 32 Km apart from its beginning, Fig. 1. Collecting conveyed dust gauges were fixed at 1, 5, 15, 30 and 50 m height from the ground surface. These collectors are the same as those

* Air Pollution Department, National Research Centre, Cairo, Egypt

REFERENCES

1. *Josip A. Secen "Surface-choke Measurement Equation Improved by Field Testing Analysis" Oil and Gas Journal, Aug. 1976.*

2. *Ashford F. E. "An Evaluation of Critical Multiphase Flow Performance Through Wellhead Chokes" J. Pet. Tech. Aug. 1974.*

3. *Nind T. E. W. "Principles of Oil Well Production" McGraw-Hill Book Company, New York 1964.*

4. *Ros, N. C. J., "Simultaneous Flow of Gas and Liquid as Encountered in Well Tubing" J. Pet. Tech., October 1961.*

5. *Poetmann, F. H. and Beck R. L., "New Charts Developed To Predict Gas-Liquid Flow Through Chokes." World Oil, March 1963.*

6. *Kermit E. Brown "The Technology of Artificial Lift Methods", Volume 1, PPC Books, Tulsa 1982.*

(d)

1068	310	2154	24	670
499	718	1321	40	660
186	124	484	22	680
1957	0	6401	20	2070
409	684	504	48	290
436	9	1847	28	910
1398	3112	4756	24	800
3512	1234	6346	66	780
3725	0	14155	64	1700
209	26	310	40	400
1232	331	2535	24	675
150	202	308	22	675
2604	26	6510	24	1900
683	10	1785	24	700
904	648	504	48	290
436	9	1847	28	910
905	1161	1577	24	970
1012	320	1984	24	660
2612	13	8954	26	2000
636	15	1145	24	980
998	1367	1705	24	800
956	270	1634	24	670
499	918	1321	40	660
2176	0	7377	26	2000
658	0	1554	24	920
436	9	1847	28	910
1619	16	2760	18	980
730	1008	1356	24	820
1039	285	2018	24	700
1202	280	2055	24	710
2807	0	8923	26	1900
722	0	1364	24	830
1444	3229	3760	24	740
747	1002	1133	24	880
1772	0	3053	20	830
2011	0	8185	26	2000
1332	3199	2426	24	720
660	1050	878	24	900
1194	319	2056	24	720
2589	0	8524	26	2000
735	0	1617	24	860
1419	3233	3794	24	750
788	1053	968	24	890
1177	280	2308	24	700
2950	0	10915	26	1880
699	0	1446	24	860
1336	3319	3746	24	700
1541	0	3020	20	1300
1020	91	830	36	520
1122	560	3210	48	840
116	126	377	18	560
242	33	913	16	1050
1514	26	3172	44	640
363	88	1337	72	420
1005	15	2249	32	920
294	56	935	32	450
445	1	737	56	400
750	10	1103	32	400
1675	122	2373	56	540
885	88	2119	36	740
1075	99	2153	32	760
827	5	690	24	580
1309	62	2842	36	570
1166	104	801	36	500

(e)

1865	2189	1792	48	710
116	126	377	18	560
242	33	913	16	1050
1447	30	2868	36	640
363	88	1737	72	420
499	10	871	56	440
755	8	957	24	500
1711	129	1843	56	520
40	324	94	24	280
805	83	1916	32	1190
612	14	887	32	620
869	7	910	4	570
1027	59	708	36	500
836	891	2819	48	860
1258	43	2407	40	560
363	88	1737	72	420
276	0	939	32	700
498	11	868	24	440
710	11	956	32	500
1653	115	1828	56	500
915	69	2811	36	1190
612	14	881	32	620
606	55	1710	32	700
619	4	810	32	540
1745	39	2977	36	800
410	13	1067	36	870
1080	88	820	36	480
1432	14	1549	32	770
873	3	952	24	820
1147	8	1143	28	840
1280	1	1501	28	810
454	1	1518	28	810
1143	0	1589	28	810
1390	8	920	28	760
1410	0	995	28	750
1394	0	1387	28	750
1296	21	1528	28	660
591	0	822	24	640
783	0	1075	28	620
1156	0	1344	32	565
835	12	1085	28	485
1156	16	1088	32	645
819	3	634	32	385
992	0	1074	28	850
1091	1	750	28	845
913	3	646	28	840
1382	0	582	28	840
2008	0	882	36	780
1176	0	721	28	825
1186	0	1436	28	790
1159	0	1028	28	780
1146	0	1167	28	780
1216	0	1183	28	760
1140	0	1621	28	780
928	0	1408	28	755
708	0	1116	24	770
439	0	807	20	785
218	0	703	16	800
870	0	1215	28	750
843	0	1430	28	760
1738	193	1391	48	465
1470	36	745	48	530
1433	177	379	48	460
1870	6	1350	48	460

(f)

1717	83	1457	48	460
1505	63	1808	48	465
1638	17	1860	48	470
1396	61	1659	42	470
1123	40	1410	36	520
450	16	650	24	520
1718	17	1550	48	475
1064	6	716	36	490
1196	12	966	36	470
1257	39	1409	36	500
1030	21	998	36	515
1199	37	1432	36	510
1251	0	588	28	700
1827	0	842	32	700
2085	0	906	36	740
1206	0	535	28	650
1200	0	968	28	740
1149	0	1173	28	710
1387	1	1294	32	630
1594	2	1089	36	610
1572	0	1491	36	490
1489	1	1435	36	585
425	0	367	24	455
66	0	178	16	480
1050	0	576	24	610
954	0	720	24	620

```
127 C12 = C8 / C5
128 C13 = C9 / C5
130 WRITE #2, C1, C2, C3, C4, C5, C10, C11, C12, C13
140 WEND
150 CLOSE 1,2
160 KILL FIL$
170 NAME "temp. in" AS FIL$
180 END
```

Table 1 (a)

Qo *bbl/d*	Qw *bbl/d*	Qg *MSCF*	S *64th in*	P_{wh} *psig*
494	212	535	30	450
1434	1	5078	52	820
479	151	1168	40	500
905	740	1986	46	500
1128	923	2345	62	760
1221	215	3115	64	940
1270	684	3066	52	940
521	637	1625	64	540
1341	237	1961	24	450
553	68	742	32	480
776	635	2178	36	1020
952	779	1677	52	1130
746	8	2556	26	1400
188	2	580	26	1620
585	164	645	24	670
221	270	494	34	360
155	27	242	24	640
932	932	1495	24	500
853	64	1139	24	770
389	97	545	18	430
1425	14	5642	52	810
607	202	1139	40	480
898	599	2039	46	360
1192	795	2808	82	800
1270	684	3066	52	940
521	637	1625	64	540
1341	237	1961	24	450
553	68	742	32	480
611	442	1788	36	1180
952	779	1677	52	1130
733	47	2725	26	1300
643	113	749	24	1200
155	27	242	24	640
847	918	1142	24	440
843	26	1038	24	860
389	97	549	18	430
1442	15	5373	52	700
682	292	448	40	510
988	659	1840	64	520
1198	734	2902	62	760
1205	739	2996	52	930
521	637	1625	64	540
1341	237	1961	24	450
553	68	742	32	480
800	533	2820	36	1140
697	44	1793	26	1380
636	112	849	24	690
933	861	1107	24	500
835	5	1171	24	900
1455	162	4983	52	800
792	264	840	40	550
973	649	2039	46	500
1202	801	2803	62	780
1299	640	3121	56	675
628	296	2219	36	1140
701	29	2793	26	1250
604	142	553	24	685
845	992	1353	24	485
846	35	1120	24	880

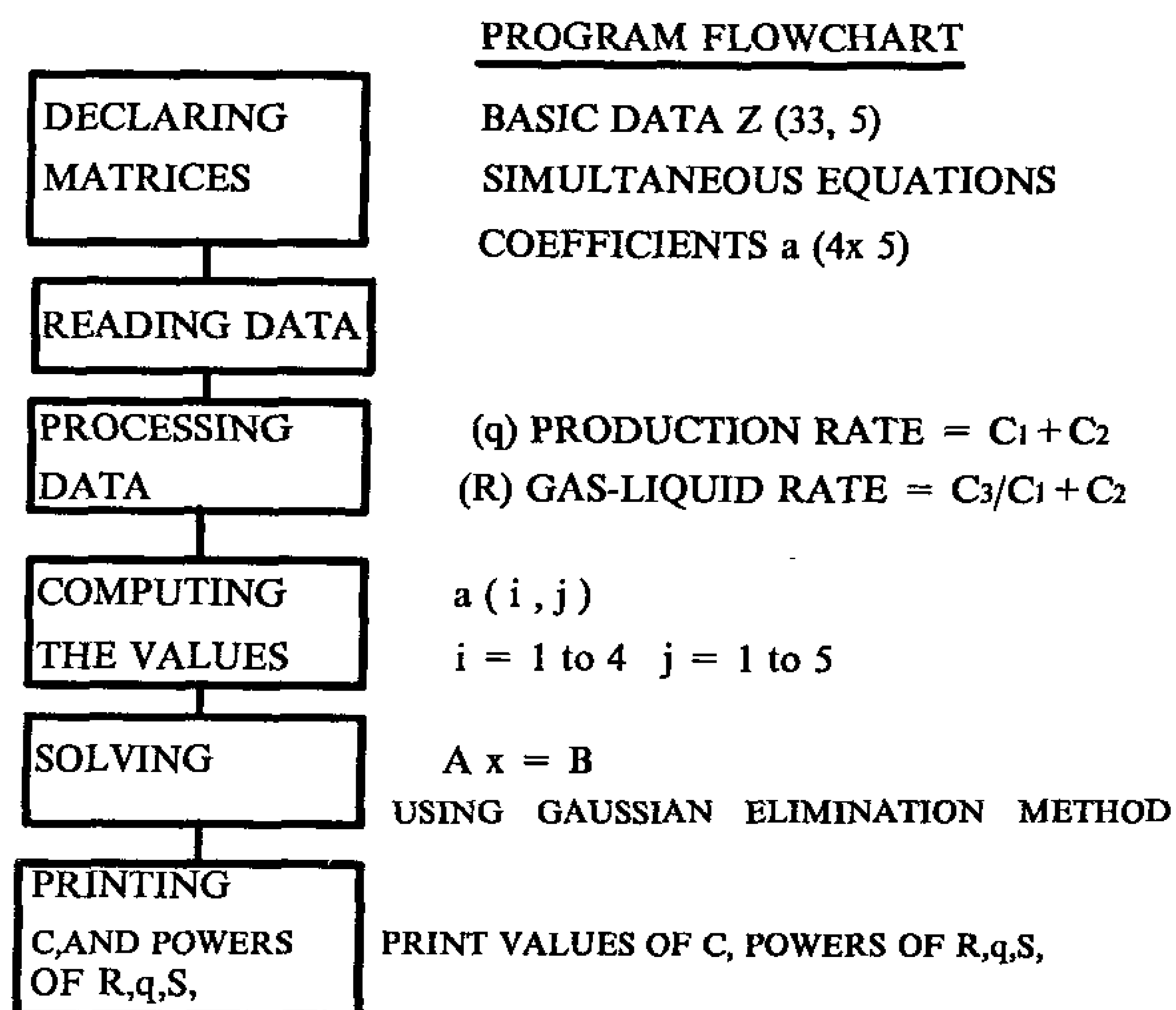
(b)

Qo *bbl/d*	Qw *bbl/d*	Qg *MSCF*	S *64th in*	P_{wh} *psig*
389	97	545	18	430
630	245	871	40	540
1016	547	1893	46	380
1340	821	3044	62	780
1241	668	3340	52	675
723	310	3097	36	1200
677	16	1965	26	1550
590	166	1565	24	650
0640	463	2515	36	1010
691	14	2528	26	1400
624	110	1924	24	700
791	791	1201	24	500
848	45	974	24	980
1438	0	4743	52	810
786	643	1308	40	550
1106	474	2205	46	480
1342	823	2995	62	620
1089	696	3402	52	600
678	291	2738	36	1140
682	7	3051	26	1430
601	150	662	24	700
725	725	1076	24	500
835	44	1321	24	930
1364	21	4992	52	820
1076	395	1456	40	480
957	638	2080	46	1200
1186	791	2974	62	650
1120	686	3754	58	680
553	160	742	32	480
739	605	3620	36	980
661	20	2733	26	1450
639	113	853	24	700
155	27	242	24	640
576	624	840	24	500
799	25	1365	24	980
1403	1	3468	52	810
1063	393	1084	40	540
952	635	2221	46	500
1344	824	2797	62	660
1193	734	3725	52	880
644	347	2752	36	1180
675	7	2979	76	1200
617	118	892	24	680
662	809	845	24	510
609	953	935	24	480
846	35	1120	24	880
1407	14	5824	52	800
964	643	2120	46	500
1230	820	2755	62	760
1251	674	3798	52	680
521	637	1625	64	540
553	68	742	32	480
641	427	2770	36	1100
952	799	1677	52	1130
677	16	1965	26	1550
590	166	1565	24	650
609	953	935	24	480
829	44	1197	24	1040
389	97	545	18	430

(c)

Qo *bbl/d*	Qw *bbl/d*	Qg *MSCF*	S *64th in*	P_{wh} *psig*
1394	14	5890	52	800
1043	447	1678	40	540
981	627	2382	64	400
1310	803	3259	62	700
1259	708	3768	52	680
1522	151	2479	48	780
116	126	377	18	560
242	33	913	16	1050
1205	7	2508	36	850
363	88	1737	72	420
688	9	2716	32	920
294	56	935	32	450
676	17	806	24	520
1555	75	3205	56	580
457	1649	1274	56	430
901	68	2987	32	1100
612	14	887	32	620
1032	115	1783	32	770
2027	475	6124	88	760
741	2	853	24	560
615	32	2406	36	720
1141	160	802	36	520
1522	151	2479	48	780
116	126	377	18	560
242	33	913	16	1050
1338	16	2764	36	850
363	88	173	77	420
755	3	2924	32	920
294	56	935	32	450
645	21	744	24	520
1714	68	2820	56	570
1061	128	759	32	620
612	14	887	32	620
597	12	1013	32	620
949	136	1810	32	770
2027	475	6124	88	760
740	4	777	24	560
571	9	2058	36	600
1097	154	735	36	520
770	941	2128	48	820
116	126	377	18	560
1368	72	2899	36	860
1005	15	2249	32	920
661	20	859	24	480
813	22	784	42	520
1598	120	3487	56	580
1253	49	951	38	740
779	3	768	24	560
1173	79	706	36	510
915	855	2259	48	800
1371	8	3190	36	650
1005	15	2249	32	920
445	1	737	56	400
754	5	811	24	500
1675	122	2373	56	540
899	45	2081	32	1100
614	24	979	32	560
827	5	690	24	580
209	26	310	40	400

Appendix (A)



Appendix (B)

```
90  REM program to obtain the constants for the new equation.
100 DIM Z (331,5), A (4,5), X (4)
120 M = 331 : N = 4
140 SUMLNR    = 0 : SUMLNQ    = 0 : SUMLNS   = : SUMLNP  = 0
167 SUMLNRLNR = 0 : SUMLNQLNQ = 0 : SUMLNSLNS = 0
170 SUMLNRLNQ = 0 : SUMLNQLNS = 0 : SUMLNSLNP = 0
180 SUMLNRLNS = 0 : SUMLNQLNP = 0
190 SUMLNRLNP = 0
195 INPUT "ENTER THE NAME OF FIL"; FIL $
197 OPEN "I", 1, FIL $
200 FOR I = 1 TO M
205 INPUT # 1, Z (I,1), Z (I,2), Z (I,3),  Z (I,4), Z (I,5)
210  LNR = log (Z (1,3)/ (z (I,1) + Z (I,2)))
220  SUMLNR = SUMLNR    + LNR
230  SUMLNRLNR = SUMLNRLNR + LNR * LNR
240            Q = Z (I,1 + Z (I,2)
250           LNQ = LOG (Q)
260       SUMLNQ = SUMLNQ + LNQ
270     SUMLNQLNQ = SUMLNQLNQ + LNQ * LNQ
290             LNS = LOG (Z (I,4))
300          SUMLNS = SUMLNS + LNS
301       SUMLNSLNS = SUMLNSLNS + LNS * LNS
304              LNP = LOG (Z (I,5))
305           SUMLNP = SUMLNP + LNP
306      SUMLNRLNQ = SUMLNRLNQ + LNR * LNQ
307      SUMLNRLNS = SUMLNRLNS + LNR * LNS
308     SUMLNRLNP = SUMLNRLNP + LNR * LNP
309     SUMLNQLNS = SUMLNQLNS + LNQ * LNS
310     SUMLNQLNP = SUMLNQLNP + LNQ.* LNP
311     SUMLNSLNP -   SUMLNSLNP + LNS * LNP
320   NEXT      I
325   CLOSE     1
350     A (1,1) = M
351     A (1,2) = SUMLNR
352         A (1,3) = SUMLNQ
353         A (1,4) = - SUMLNS
354         A (1,5) =  SUMLNP
355         A (2,1) =  SUMLNR
356         A (2,2) =  SUMLNRLNR
357         A (2,3) =  SUMLNRLNS
358         A (2,4) = - SUMLNRLNS
359         A (2,5) =  SUMLNRLNP
360         A (3,1) =  SUMLNQ
361         A (3,2) =  SUMLNRLNQ
362         A (3,3) =  SUMLNQLNQ
363         A (3,4) = - SUMLNQLNS
364         A (3,5) =  SUMLNQLNP
365         A (4,1) =  SUMLNS
366         A (4,2) =  SUMLNRLNS
367         A (4,3) =  SUMLNQLNS
368         A (4,4) = - SUMLNSLNS
369         A (4,5) =  SUMLNSLNP
400     FOR K = 1 TO N - 1
410     FOR I = N TO K + 1 STEP - 1
422          F = A (I,K) / A (I-1,K)
430     FOR J = 1 TO N + 1
440        A (I,J) = A (I , J) - F*A (I - 1, J)
450      NEXT J
460      NEXT I
470      NEXT K
480   FOR I = N TO 1 STEP - 1
490     S = 0
500   IF I = N THEN GOTO 540
510   FOR J = I = 1 TO N
520        S = S + A (I,J) * X (J)
530     NEXT J
540   X (I) = (A (I,N + 1) - S) / A (I,I)
550     NEXT I
560   PRINT " c = " ; EXP (X (1))
570   PRINT " r^ "; X (2)
580   PRINT " q^ "; X (3)
590   PRINT " S^ "; X (4)
600     END
```

```
5   REM appendix b2
10  REM program to calculate the estimated pressure...
20  CLS
30  INPUT "enter the name of file"; FIL $
40  OPEN  "i", 1, FIL $
50  OPEN  "o", 2, "temp. in"
60  WHILE EOF (1) = 0
70  INPUT #1, C1, C2, C3, C4, C5,
80  Q = C1 + C2
90  R = C3 / Q
100 C6 = (435*R^.546*Q) / C4^1. 89
110 C7 = (340*Q*R^ 65) / C4  1. 88
120 C8 = (340.6*Q^.305*R^.422) / C4^. 444
122 C9 = (17.4*Q*R^.5) / C4^2
125 C10 = C6 / C5
126 C11 = C7 / C5
```

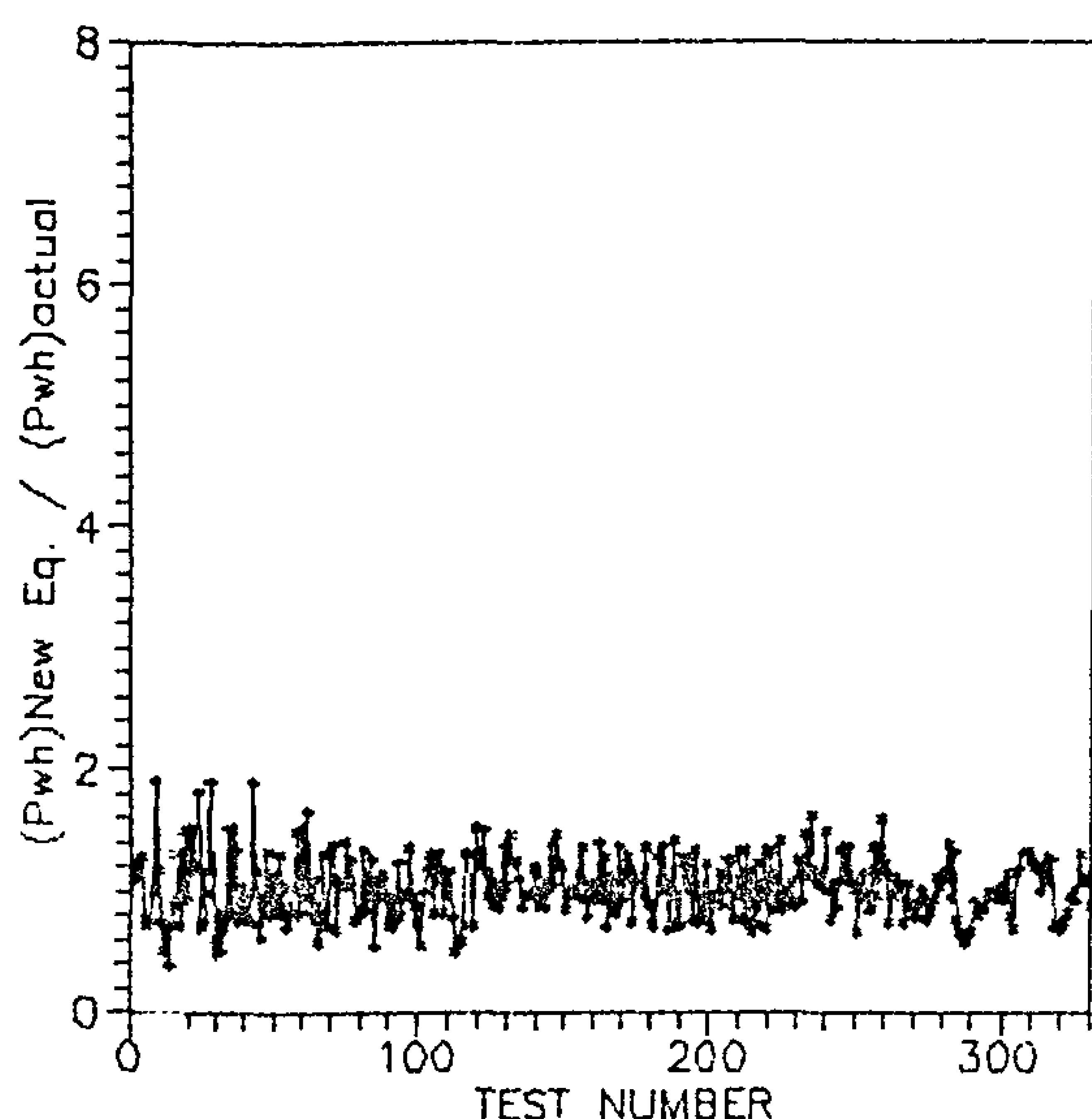


Fig.1 - (P_{Wh} from New Prac. EQ.)/ (P_{Wh} actual)

points) using the above new equation (Equation 11). The Figure shows a very good accord between the calculated and the actual values of P_{wh}. The standard deviation was found to equal 0.26.

Figure (2) indicates the relationship between (P_{wh} cal./P_{wh} act.) for the different tests according to Gilbert's empirical equation. The figure shows that the agreement between the calculated values and the actual values is not good. The standard deviation was found to be. 6.92.

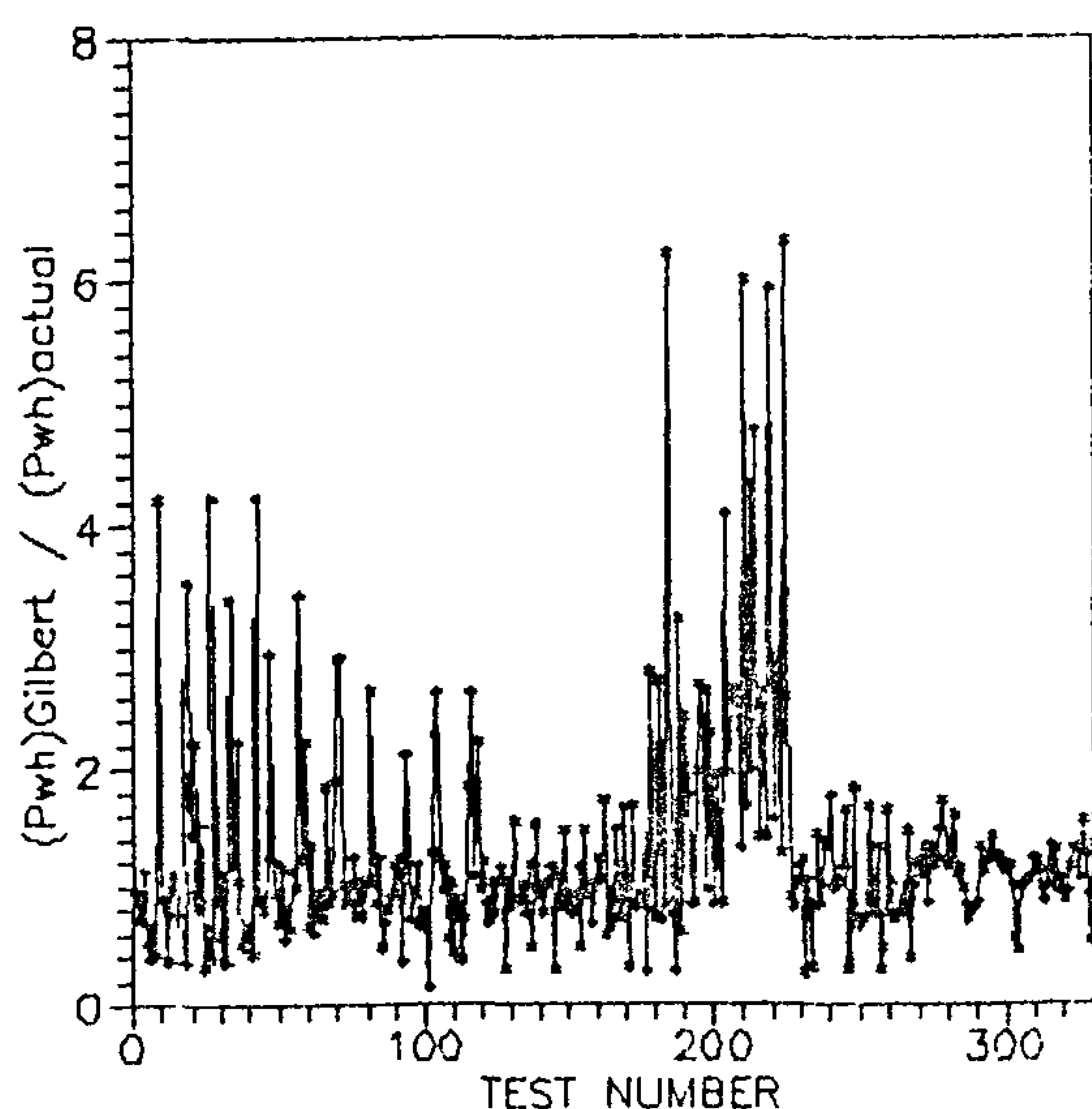


Fig.2 - (P_{WH} from Gilbert eq.)/(P_{Wh} actual)

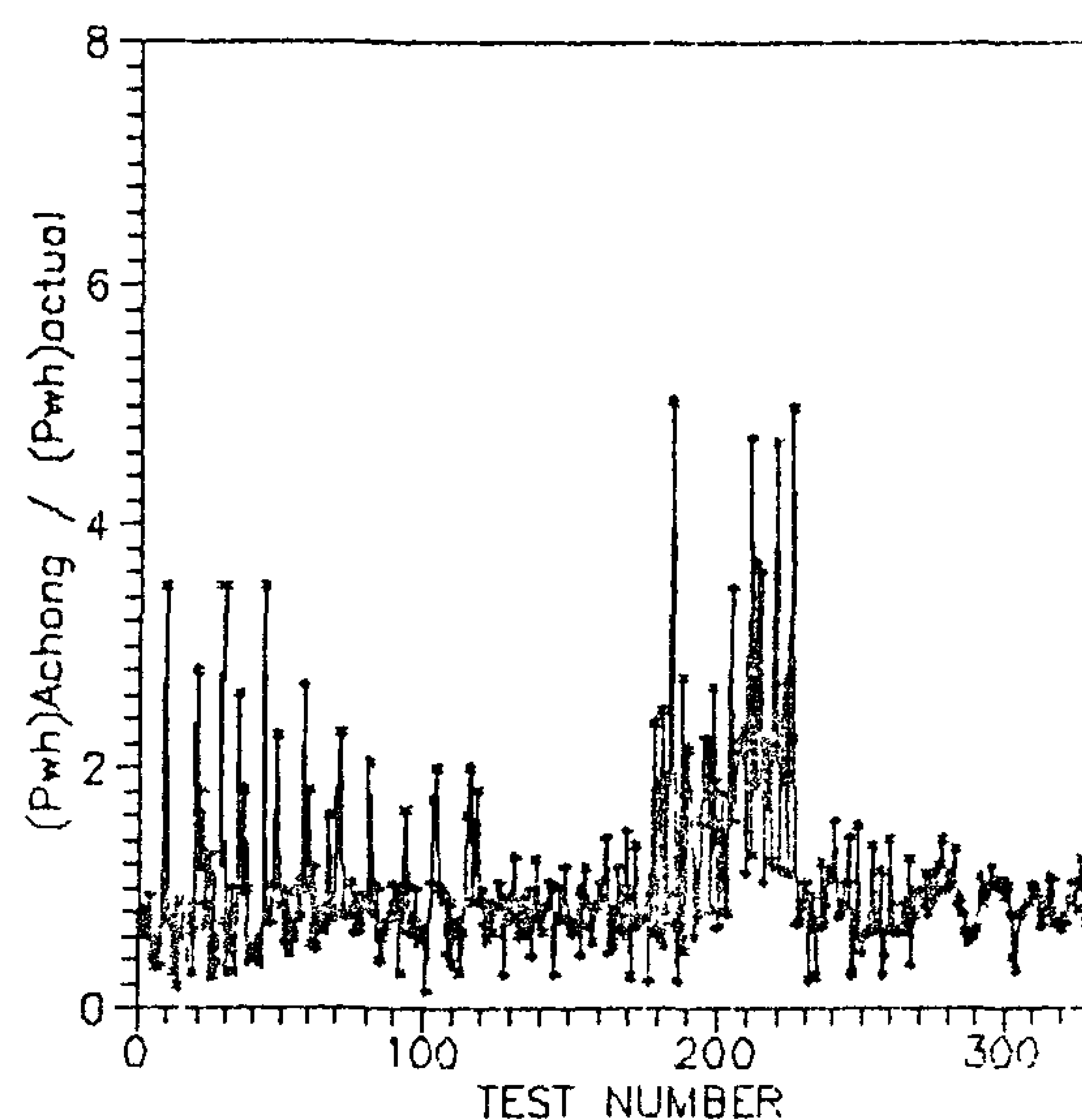


Fig.3 - (P_{Wh} from Achong eq.)/(P_{Wh} actual)

Figure (3) reveals the variation between P_{wh} cal./ P_{wh} actual and the test number for Achong's Equation. The Figure shows high discrepancy between calculated and actual values of P_{wh}. The standard deviation was 0.744.

A comparison between the three figures reveals that the Gilbert's equation is less accurate than Achong's one. However, the present new equation in this study is the most accurate and reliable equation.

The above discussion shows that the exponents and the constant of the bean performance equation differ for different regions or areas. This indicates that there are more variables to be considered in the calculations.

CONCLUSION

In this study a more convenient and reliable bean performance equation was developed for the Egyptian western desert and Libian oil fields. A great number of data points were used in such research (331 data points). A computer program was developed to obtain a new equation. The new equation provides calculated values which agree very well with the actual values. Standard deviation for the new equation was 0.26 whereas it was 0.744 for Achong's equation and 6.92 for Gilbert's equation. The above values of standard deviation reveal that the new equation is the most accurate and reliable one.

$$R = \frac{0.00504 \; T \, Z \, (R_p - R_s)}{B_o \; P}, \quad P = P_i / 4636.8$$

$m_L = 1/(1+R(\rho_g/\rho_L))$, $V_L + m_L/\rho_L$

q_o = barrels of stock tank oil per day.

C = discharge coefficient (1.03).

A = cross sectional area of throat in sq. in. (throat is the minimum cross sectional area of a choke.

ρ_{LS} = density of crude in $1b^s$/cu. ft at 60° F. and 14.7 psia.

γ_g = specific gravity of gas referred to air at 60° F and 14.7 psia.

R_p = gas-oil ratio in scf of gas per bb1 of stock tank oil.

P_{wh} = tubing pressure in psi.

P_l = tubing pressure in lb (force) per sq ft.

V_L = volume of liquid per unit mass of total fluid, cu ft/lb

m_L = mass of liquid per unit mass of total fluid (dimensionless).

T = tubing temperature (absolute) assumed to be 545° R.

Z = compressibility factor of gas at tubing pressure and 85° F.

R_s = solubility of gas in crude at tubing pressure and 85° F.

B_o = formation volume factor of crude at tubing pressure and 85° F.

ρ_L = density of crude at pressure, p, and 85° F. in lb mass per cu ft.

ρ_g = density of gas at pressure, p, and 85° F. in lb mass per cu ft.

3- ACHONG'S CORRELATION[9]

Achong derived a specific constant for the condition and type of beans (Cameron-positive type) used in Lake Maracaiba, Venezuela and found the formula to be used as follows :

$$P_{Wh} = \frac{3.82 \; q \; R^{0.65}}{S^{1.88}} \qquad (4)$$

where

P_{wh} = psig

q = bpd

R = scf/bbl

S = 64 th of an inch

METHOD OF CALCULATION

The tubing head pressure, P_{Wh}, was represented as a function of liquid production rate, gas production rate, and bean size as follows :

$$P_{wh} = C \, q^a \, R^b / S^d \qquad (5)$$

$$\text{Ln } P_{wh} = \text{Ln } C + a \text{ Ln } q + b \text{ Ln } R - d \text{ Ln } S \qquad (6)$$

For m sets, (331), of values of P_{wh}, q, R, and S, the following normal equations derived from the least square theory may be used to find the values of the constants a, b, c, and d which give the best fit of Equation (1) to the collected data, and can be written as folwos :

$$\Sigma \text{Ln} P_{wh} = m \text{Ln} C + a \; \Sigma \text{Ln} q + b \; \Sigma \text{Ln} R - d \; \Sigma \text{Ln} S \qquad (7)$$

$$\Sigma \text{Ln} P_{wh} \text{Ln} R = \text{Ln} C \; \Sigma \text{Ln} R + a \; \Sigma \text{Ln} q \text{Ln} R + b \; \Sigma \text{Ln} R \text{Ln} R - d \; \Sigma \text{Ln} S \text{Ln} R \qquad (8)$$

$$\Sigma \text{Ln} P_{wh} \text{Ln} S = \text{Ln} C \; \Sigma \text{Ln} S + a \; \Sigma \text{Ln} q \text{Ln} S + b \; \Sigma \text{Ln} R \text{Ln} S - d \; \Sigma \text{Ln} S \text{Ln} S \qquad (9)$$

$$\Sigma \text{Ln} P_{wh} \text{Ln} q = \text{Ln} C \; \Sigma \text{Ln} q + a \; \Sigma \text{Ln} q + \text{Ln} q \; b \; \Sigma \text{Ln} R \text{Ln} q - -d \; \Sigma \text{Ln} S \text{Ln} q \qquad (10)$$

Solving Equations (7), (8), (9), and (10) by Gaussian elimination method, a simple basic program (see appendix (A), and (B) for the program and flow chart) was written to solve these Equations to find the values of the constants a, b, c, and d; then Equation (5) may be written for the data of Table (1) as follows :

$$P_{Wh} = \frac{340.6 \quad q^{.305} \quad R^{.422}}{S^{.444}} \qquad (11)$$

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, a more accurate and reliable equation (compared with equations available in the literature such as Gilbert's and Achong's Equations) was obtained (Equation 11). The used data for this Equation was collected from Egyptian Western Desert oil fields and Libian oil fields (table 1).

Figure (1) represents the relation between the ratio (P_{wh} calculated/P_{wh} actual) for the different tests (331

A MORE PRACTICAL AND RELIABLE BEAN PERFORMANCE EQUATION

By
Dr. Mohamed Mostafa*

ABSTRACT

The main purpose of the present study is to determine a more convenient empirical equation for bean performance. The equation provides an excellent agreement with the field data points (331 tests) which were collected from Egyptian (Western Desert) and Libian oil fields.

The actual values of flowing pressure, flow rate,gas-liquid ratio, and bean size were utilized in this study by using a special computer program. The program may be used to obtain a suitable equation for any other field. The equation is very useful for bean size determination.

INTRODUCTION

Practically most of naturally flowing wells utilize surface chokes (1) at the wellhead for the following reasons:

1) Obtaining most efficient production rate from oil reservoirs.

2) Maintaining sufficient back pressure to prevent sand entry.

3) Protecting surface equipment.

4) Preventing gas coning.

5) Preventing water coning.

The solution to the problem of multiphase flow through chokes has not been satisfactorily solved for all cases. Most solutions are offered only for the case of critical flow, that is, when the downstream pressure is approximately less than one-half the upstream pressure (2).

All present multiphase choke correlations are, empirical correlations, or theoretical approaches applying mathematical analysis, such as Gilbert's equation, Ros formula, and Achong's correlation :

1- GILBERT'S APPROACH (3)

Using production data from ten section fields in California, Gilbert obtained the following emperical formula to be used as a guide for determining the first guess in the trial and error procedure in selecting a suitable bean size :

$$P_{wh} = \frac{435 \quad R^{0.546} \quad q}{S^{1.89}} \qquad (1)$$

where

P_{wh} = Flowing well head pressure, psig.

R = Gas - liquid ratio, MSCF/STB.

q = Gross liquid rate, STB/d.

S = Bean size, 64 ths of an inch.

2- ROS' FORMULA (POETTMANN AND BECK ADAPTATION)

Based on the analysis of the energy balance equation, in 1960 Ros developed a flow meter formula for critical gas liquid flow through a restriction. Later on, in 1963(4), Poettmann and Beck converted Ros' equation to the following expression(5):

$$q_o = \frac{86400 \quad C \quad A}{5.61 q_{LS} + 0.765 \gamma_q R_p} \quad \frac{9273.6 \, C \, A^{1/2}}{V_{L(1+0.5 m_L)}} \quad \frac{0.4513 \, (R + 0.766)^{1/2}}{R + 0.5663} \qquad (2)$$

In simplified form : $P_{wh} = 17.4 \quad q \, R^{0.5}/S^2$ (3)

where

* Ass. Prof., Suez Canal University., Faculty of Pet. & Min. Eng.

polymers will result in a decrease in surfactant adsorption and hence increase oil recovery.

The effect of temperature on oil recovery is also shown in figure 2. Oil recovery increases with increasing temperature at 200 °F. Early investigations indicated that at low surfactant concentration, adsorption decreases with an increase in temperature (8). Hence, oil recovery was obtained at high temperature.

CONCLUSION

Based on the results of this investigation the following has been obtained:

1- Utilizing the optimized micellar solution, oil recovery decreases with increasing clay content to 1.5%. Little change in oil recovery was then observed.

2- Tertiary oil recovery is little increased with polymer preflush prior to water flooding as a secondary process.

3- Oil recovery increases with little increasing reservoir temperature.

REFERENCES

1. *Gograty, W. B., and Tosch, W. C. : "Miscible-Type Waterflooding Oil Recovery with Micellar Solution," J. Pet. Tech (Dec., 1968) 1407-1414.*

2. *Davis, J. A., Jr., and Jones, S. C. "Displacement Mechanisms of Micellar Solution," J. Pet. Tech. (Dec., 1968) 1415-1428.*

3. *Bleakly, E. B., "How Maraflood Process Peforms," Oil and Gas Journal (Nov., 29, 1971).*

4. *Danieison, H. H., Paynter, W. T., and Milton, H. W., Jr. : "Tertiary Recovery by Maraflood Process in the Badford Field," J. Pet. Tech. (Feb., 1976).*

5. *Gograty, W. B., and Surkals, H. : " A Field Test of Micellar Solution Flooding," Paper SPE 3539. Presented at the 46th Annual Fall Meeting of the Soc. of Pet. Engrs., New Orlands, (1971).*

6. *Larson, R. G., and Hirasaki, G. : "Analysis of the Physical Mechanisms in Surfactant Flooding." Paper SPE 6003, (1976).*

7. *W. H. Somenon, and C. J. Rodke, : "Role of Clay in EOR of Petroleum from Some California Sand," J. Pet. Tech. Mar., (1982).*

8. *E. W. Malmberger and L. Smith : "The Adsorption Losses of Surfactant In Tertiary Recovery System," Improved Oil Recovery by Surfactant and Polymers, Academic Press, Inc, (1976).*

9. *Menissi, M. "Effect of Shale Content on Oil Recovery by Micellar Solutions" M. Sc., Cairo University (1986).*

10. *Sayyouh, M. H. "Improved Oil Recovery Methods," ERC, Cairo University (1986).*

with a manometer was used to evacuate the core and the connections prior to any run. An ultra thermostat was used to adjust the core temperature by circulating the thermostated water into the core jackets. Mechanical analysis of the oil production formation is shown in Table 1. The smallest size is considered to be a shale. The composition of the shaly sand grains related to shale content is shown in Table 1. The crude oil used in this work was Sidki crude from Gupco Oil Company.

Table 1 Composition of Shaly sand grains related to shale content weight

Shale content (%) / Grain size (mm)	Zero	0 75	1.5	3 0	4.0	5.0	5.8	7.0
> 0.495	26.90	26.70	26.50	26.09	25.82	25.56	25.40	25 02
0 351- - 0.495	42.20	41.90	41.60	40.93	40.52	40.09	39.70	39.24
0.246 - - 0.351	22.40	22 20	22.05	21.73	21.50	21.28	21.10	20.83
0 175 - - 0.246	5.50	5.47	5.40	5.34	5 28	5.22	5.20	5.12
0.104 - - 0 175	3 00	2.98	2.95	2.91	2.88	2 85	2 80	2.79
< 0 104	0	0.75	1.50	3.00	4 00	5.00	5.80	7.00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

For each run the linear core was packed thoroughly with unconsolidated sand containing a certain percentage of bentonite. The packed core was evacuated by a vacuum pump until the pressure inside the core and the connection stabilized at absolute zero for long time. Then the core was saturated with formation water (370.000 ppm. TDS). The porosity of the core is calculated from the volume in the core. The formation water displaced oil until the volume of water in the effluent is practically nil. The connate water saturation and initial oil are calculated from the volume of oil in the core. A brine of 47,500 ppm TDS is injected in the core with a constant pressure. The pressure changed from run to run based on shale content. The effluent is collected in cylindrical and the production history for secondary process is determined. Then the core is ready for tertiary recovery processing.

RESULTS AND DISCUSSION

It is known that oil producing formations contain a significant amount of clay. Given the large surface area associated with clays and because of the high degree of reactivity of such surfaces, clay can have an important role in the success or failure of any recovery process.

Fig. 2. shows the effect of clay content on tertiary cumulative oil recovery. As shown, clay content has a direct effect on the shape of cumulative oil recovery curve. The behavior of the oil-bank (initial period from start of the run until water breakthrough), and the size of the oil-water bank (the period of producing oil and water after water breakthrough) have an effect on recovery. The performance is attributed to changes in rock properties resulting from the large surface area associated with clays contained in an oil reservoir formation, and because of the high degree of reactivity of such surfaces (8.9).

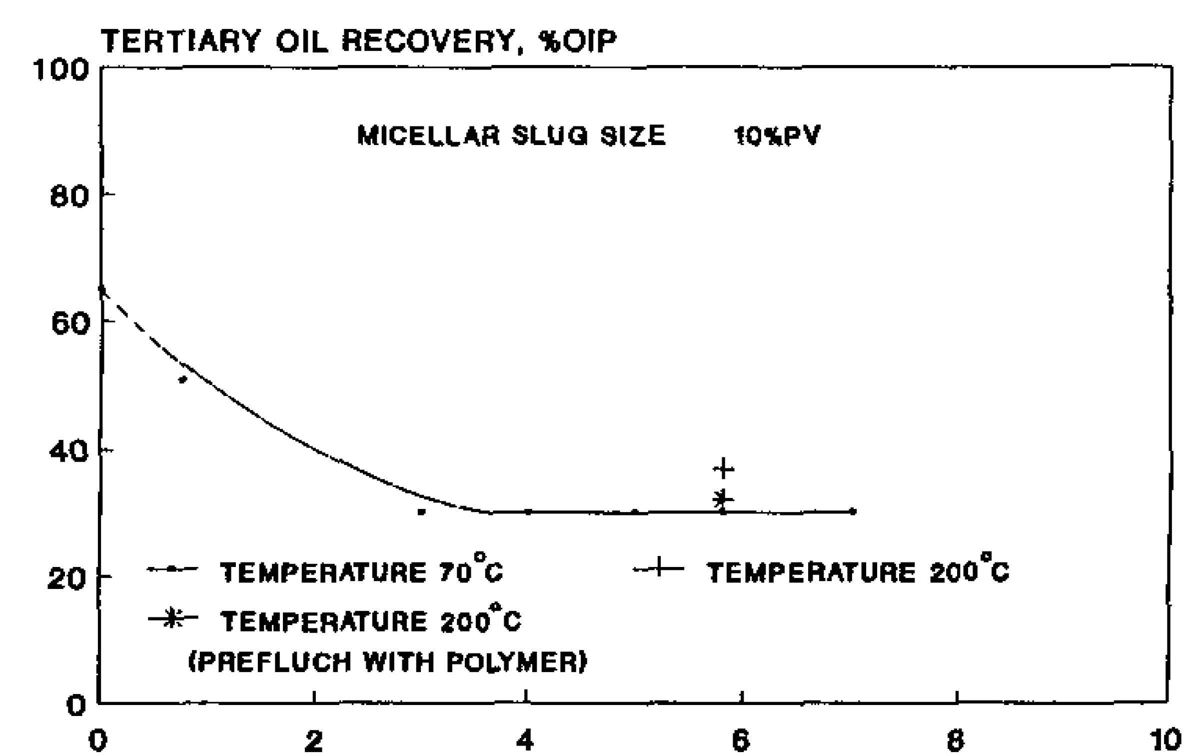


Fig. 2 Effect of clay content on tertiary oil recovery

Two possible factors can result from the presence of clay within a formation. The first is the hydration of clay which takes place upon an exchange of ions between the minerals within the rock and the flowing liquid. The second is that many clays or clay derivatives act as cementing minerals or are present as a part of rock matrix. These minerals are usually very complex in molecular structure and possess the ability to attract and hold positive ions such as hydrogen, sodium, or calcium within their structure. Further, these minerals can also demonstrate hydration properties on certain conditions. If volume occupied by these minerals within the porous structure changes, then the volume of space available for flow must change. Thus, the permeability and other rock properties are directly influenced by the clay content.

The effect of the polymers preflush on oil recovery is also shown in figure 2. Preflushing with polymers increases the oil recovery very little. In a previous investigation (10), it was found that preflushing with

ROLE OF CLAY CONTENT AND PREFLUSH ON TERTIARY OIL RECOVERY

By
M. H. Sayyouh,* A.M. Assal,*
M. M. Abdel-Dayem*, and M. H. Menissi*

ABSTRACT

Clay content is a major factor in overall recovery efficiency within a reservoir due to the large surface area and highly reactive ionic characteristics of the clay particles. As Demonstrated in this study, tertiary oil recovery is decreased sharply as clay content increases up to 1.5% and changes little with clay content increases above this value. It was found also that tertiary oil recovery by chemical slugs increased with an increase in temperature. Using polymer preflush prior to tertiary oil recovery improves displacement efficiency.

INTRODUCTION

Reservoir engineering research in the past three decades has been primarily concerned with the economic recovery of additional oil from the existing reservoirs. This has entailed, among other things, investigations that result in a better understanding of multiphase fluid flow in porous media, the discovery of new oil recovery techniques. and experimentations showing the role of various parameters that control operating recovery mechanisms.

Among the factors that play an important role in chemical flooding process is the clay content. Many oil producing formations contain significant amount of clay, because of the large surface area of clays and because of the high degree of reactivity of such surfaces - clays may play an important role in the success or failure of chemical flooding (7).

Therefore it is important to investigate the recovery behavior of a chemical flooding at a varying percentage of clay content. Hence, the primary objective of this research is to determine the effect of clay content on a tertiary recovery micellar flooding under reservoir conditions. To accomplish this, the phase behavior of crude-surfactant-brine system was studied in order to design the optimum micellar solution slug.

Having designed the optimum chemical slug solution, the effect on tertiary recovery was determined. Maximum slug size and recovery can be determined through experimental results.

A clear understanding of the effect of formation clay content on tertiary oil recovery by chemical solutions is of value in determining the success or failure of the process in the field.

EXPERIMENTAL WORK

The experimental work performed was designed to achieve the objectives of this study. The experimental apparatus is shown in Fig. 1. The primary component of the apparatus is the unconsolidated core which is a linear core of a dimension of 4.5 cm diameter and 50 cm length. This cylindrical tube was packed with sand having different shale content for each run. A constant air perssure used to inject fluids from a cylindrical bootless into the core, a vacuum pump

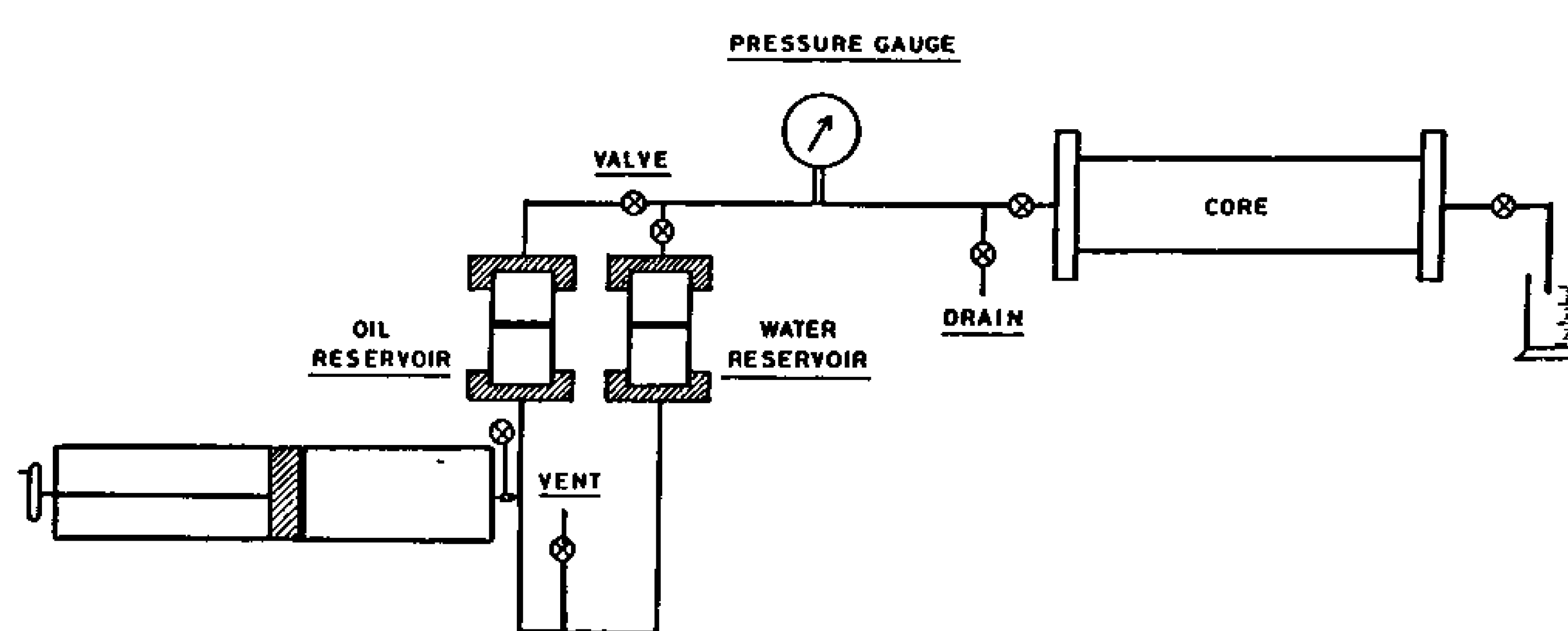


Figure 1

* Petroleum Engineering Department, Cairo University.

REFERENCES :

1- *Nasr, M. I., "Reduction of Egyptian Iron Ore", M. Sc. Thesis, Faculty of Engineering, Cairo University, (1979).*

2- *Ezz, S. Y., Shehata, K. A. and Seoudi, E. A., The Bulletin of the Faculty of Engineering, Cairo university, (1970-1971).*

3- *Abdul Azim, A.A., Abdel Aal, O., El-Geassy, A. A., Youssef, A. A., Kolta, G. A., "Quality Control and Sintering Trails on Baharia Iron Ores", Report by CMRDI, Cairo, (1976).*

4- *Abd El-Khalik, M. H., "Study on the Improvement of Iron Ore Sinter Quality", M. Sc. Thesis, Faculty of Science, Cairo University, (1989).*

5- *El-Geassy, A. A., Shehata, K. A., Nasr, M. I. and Fakhoury, S. S., Trans ISIJ, 26, (1986).*

6- *Abraham, K. P. and Staffanson, L. I., Scan. J. Metallurgy, 4, (1978).*

7- *Davies, J. Moon, J. T. and Traice, F. B., Ironmaking and Steelmaking No. 4, (1978).*

8- *Khalafalla, S. E, and Weston, P. L., Trans of the Metallurgical Society of AIME, 239, (1967).*

9- *Vom Ende, H., Grebe, K. and Thomalla, S., Stall u. Eisen, 90, (1970).*

10- *Gougeon, M., Dupre, B. and Gleitzer, C., Metallurgical Trans., 17 B, (1986).*

11- *Roederer, J., Dupre, B., and Gleitzer, C., Steel Research, 58, No. 6, (1987).*

12- *Roederer, J., Jeannot, F., Dupre, B. and Gleitzer, C., Steel Research, 58, No. 6, (1987).*

13- *Hayashi, S., and Iguchi, Y., ISIJ International, 29, No. 8, (1989).*

14- *Omar, A. A., "Studies on Reduction and Re-Oxidation of Sponge Iron". Ph. D. Thesis, Faculty of Engineering, Cairo University, (1991).*

15- *Sohn, H. Y. and Szekely, J., Chem. Eng. Sci., 27, (1972).*

16- *Wenzel, W., Gudenau, H. W., and Mey,K. P., Aufbereitungstechnik, 9, (1976).*

17- *Meyer, K., Rausch, H. and Ottow, M., Stahl u. Eisen, 87, (1967).*

18- *Schneider, A. and Koch, K., Arch. Eisenhuttenwes., 50, (1979).*

19- *Fuwa, T. and Ban-ya, S., Tans. ISIJ, 9, (1969).*

20- *Bleifuss, R. L., Trans. AIME, 247, (1970).*

21- *Moon, J. I. and Walker, R. D., Ironmaking and steelmaking, No. 1, (1975).*

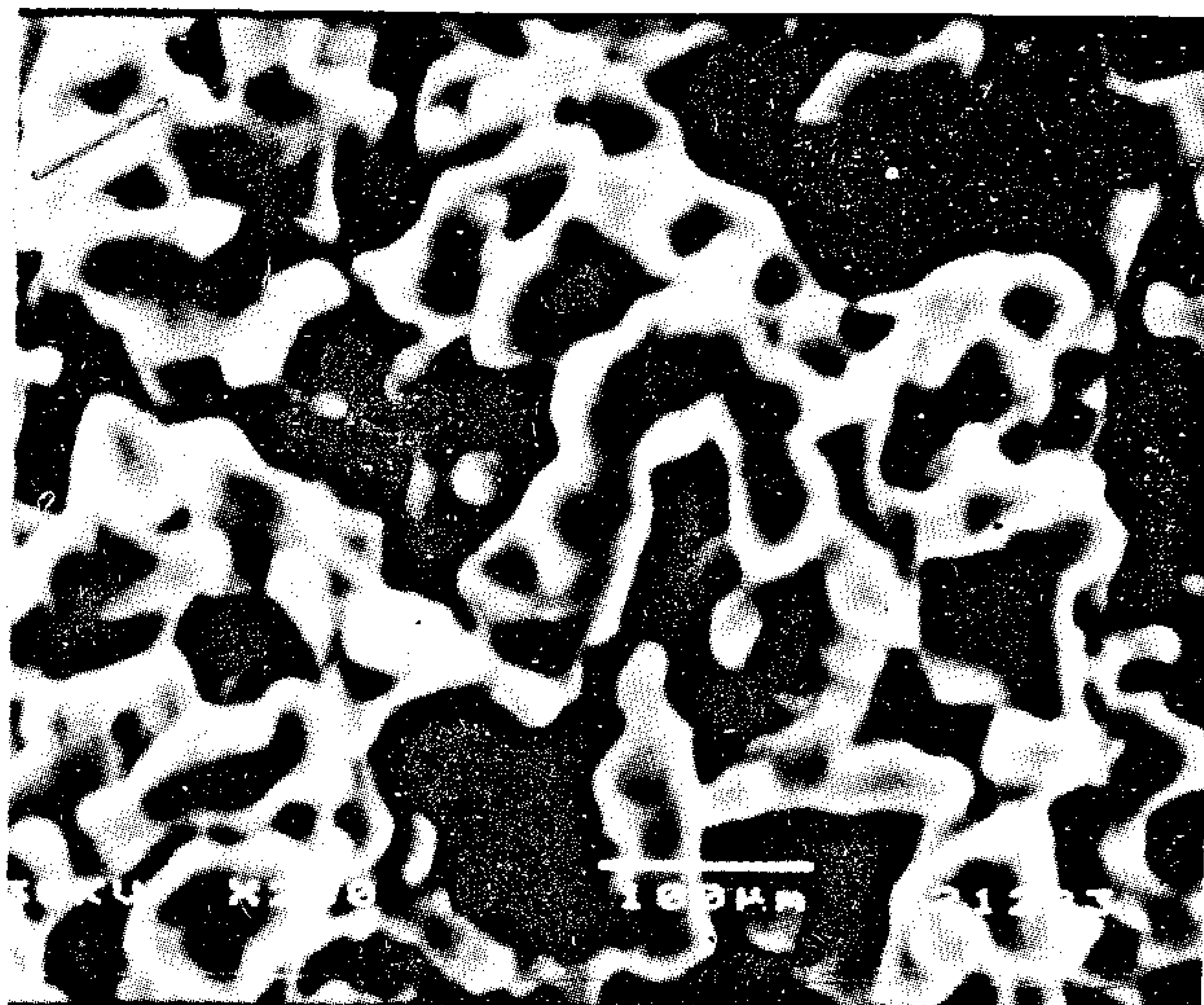


Photo 19 microphotograph of doped compacts reduced at 1000°C.

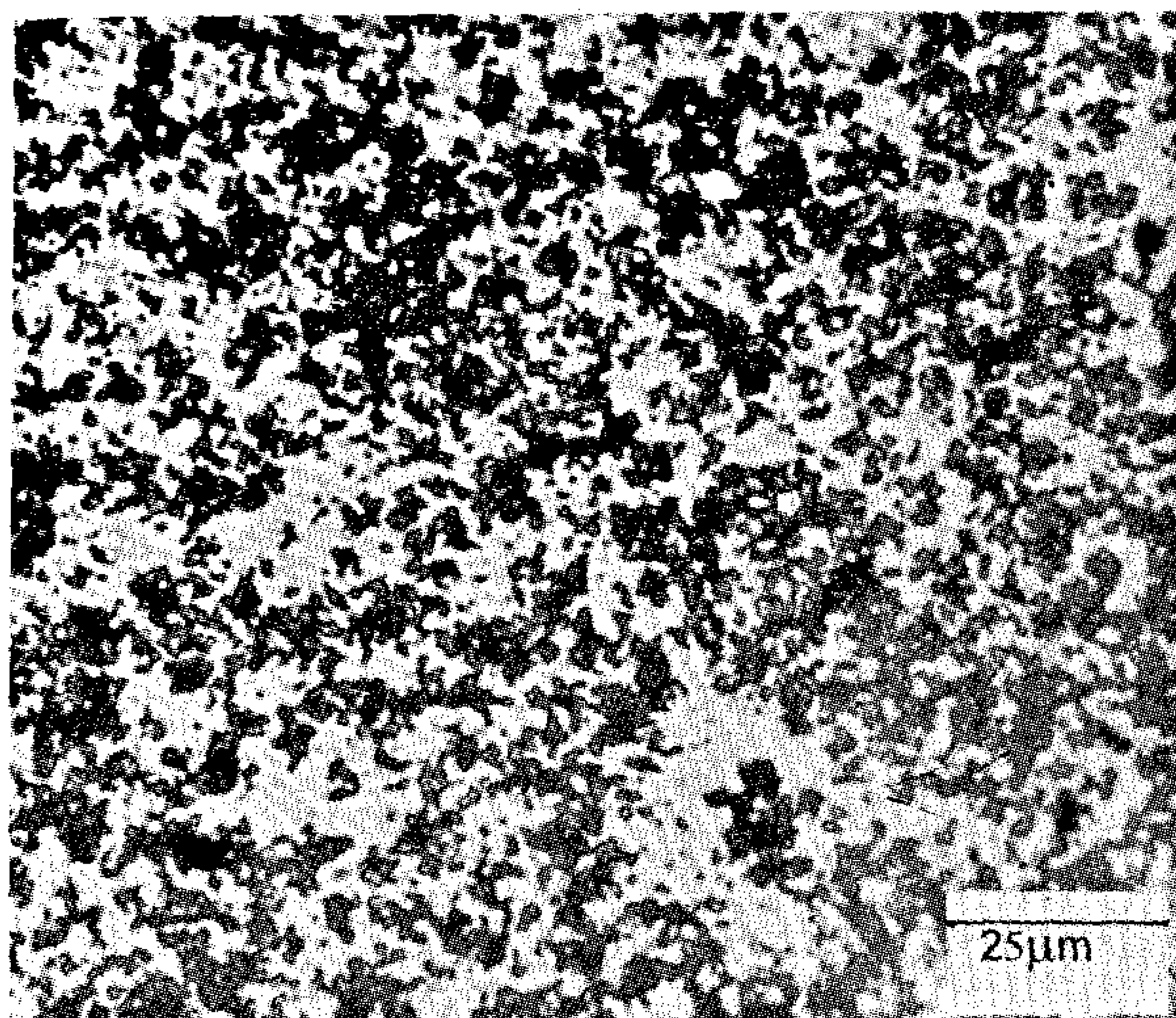


Photo 13 The microstructure of FeO layer in pure compacts 40% reduction at 800°C.

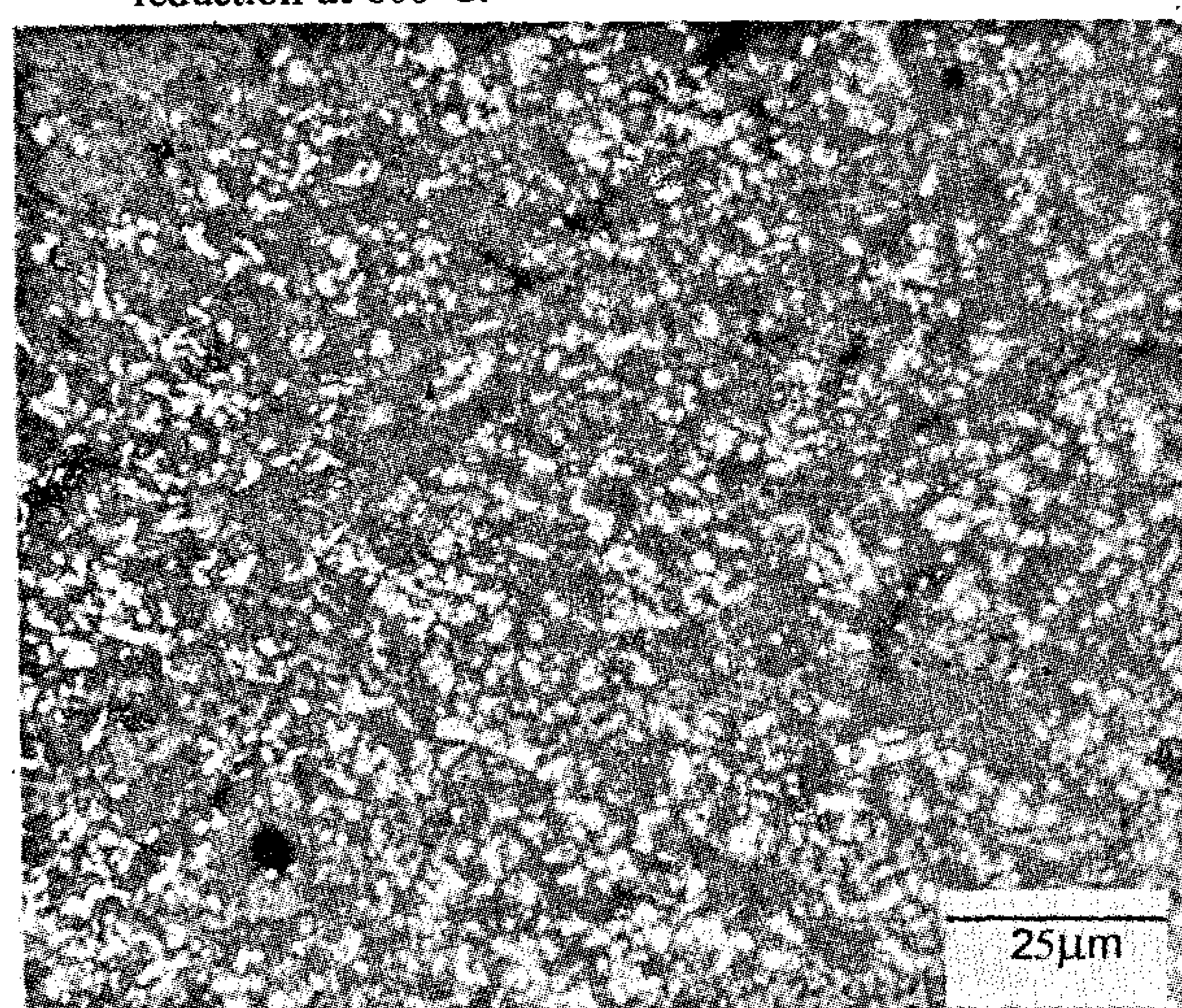


Photo 14 The microstructure of FeO layer in doped compacts 40% reduction at 800°C.

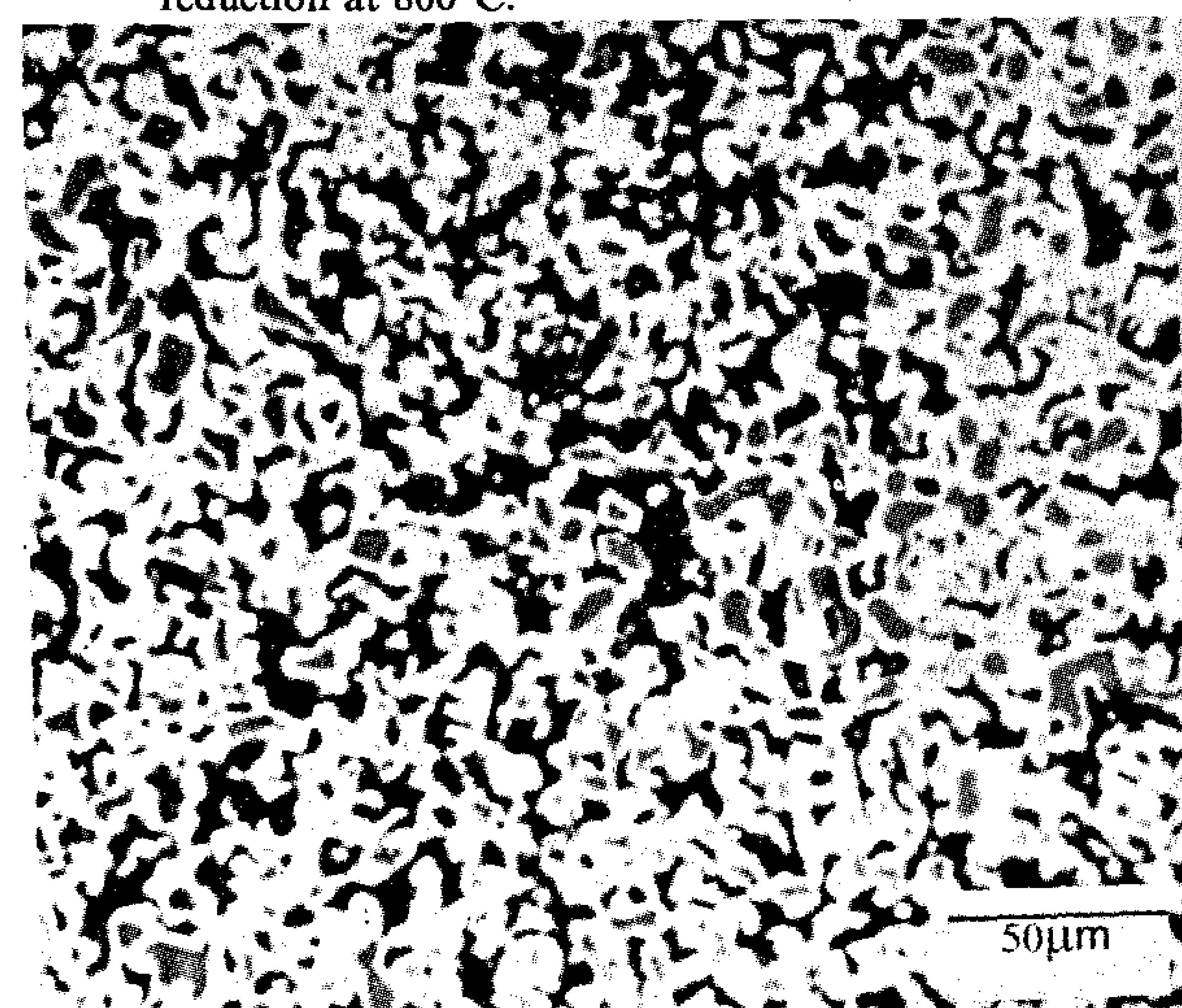


Photo 15 The microstructure of pure compacts 88% reduction at 800°C.

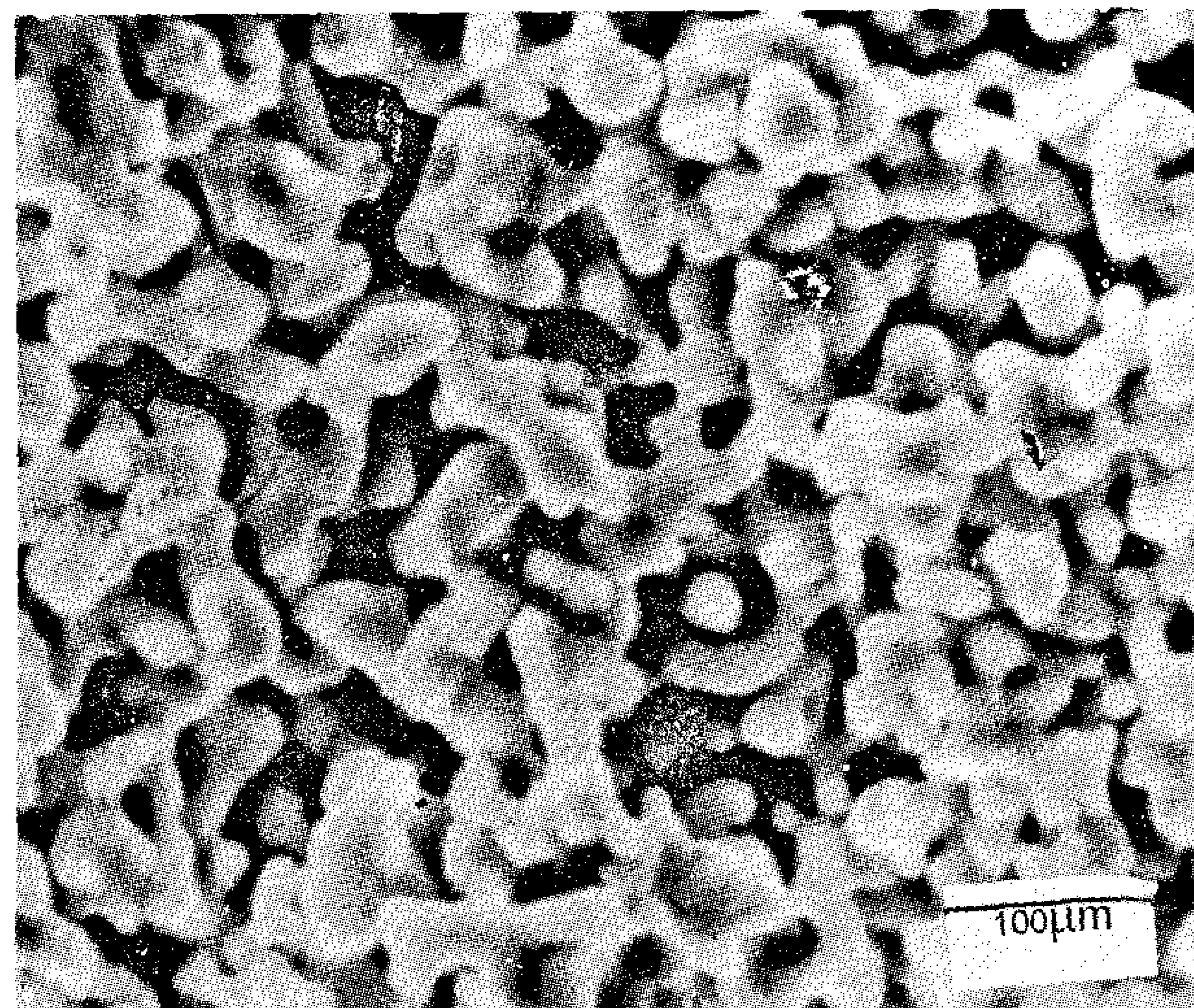


Photo 16 SEM microphotograph of pure compacts reduced at 900°C.

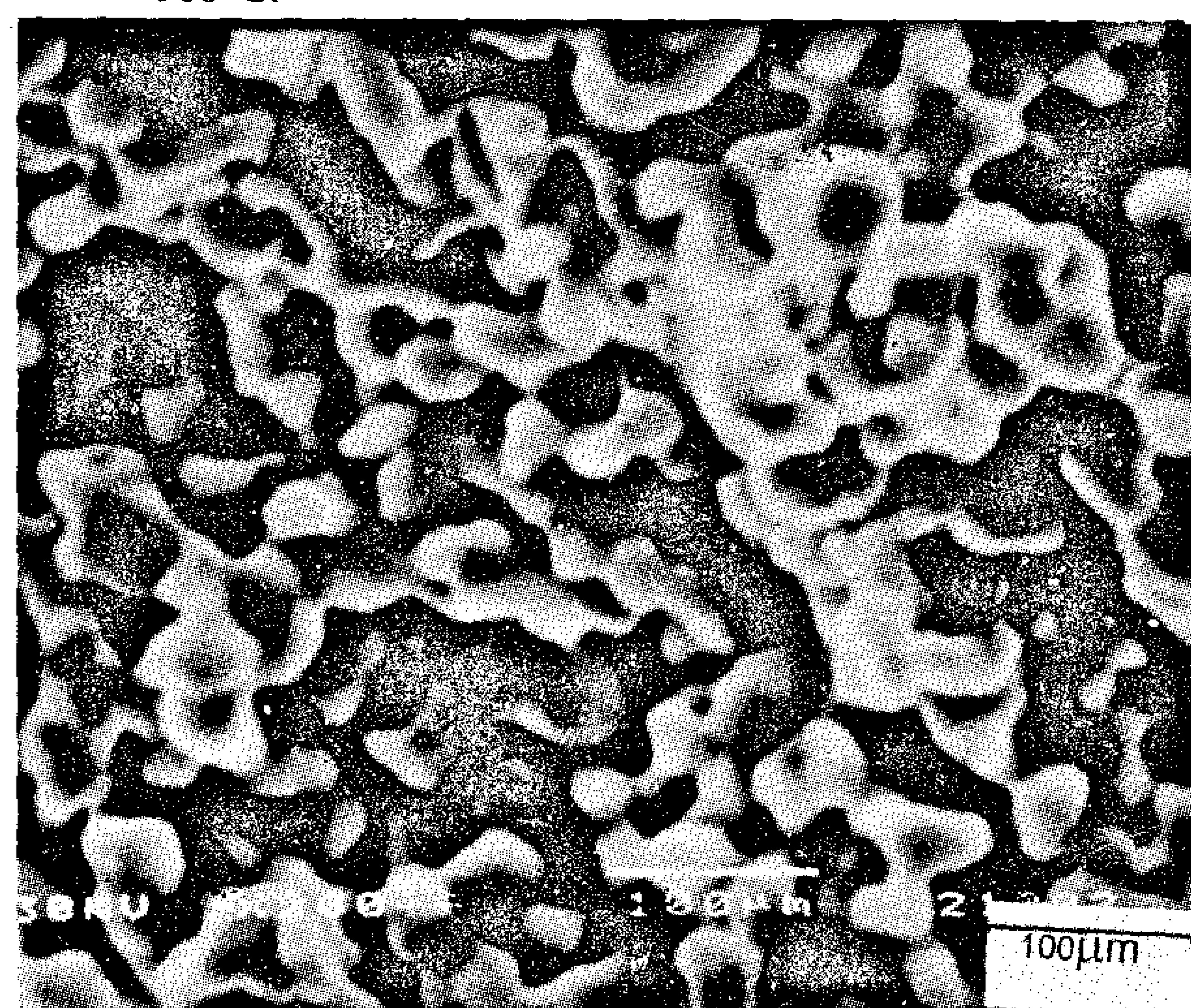


Photo 17 SEM microphotograph of pure compacts reduced at 1000°C.

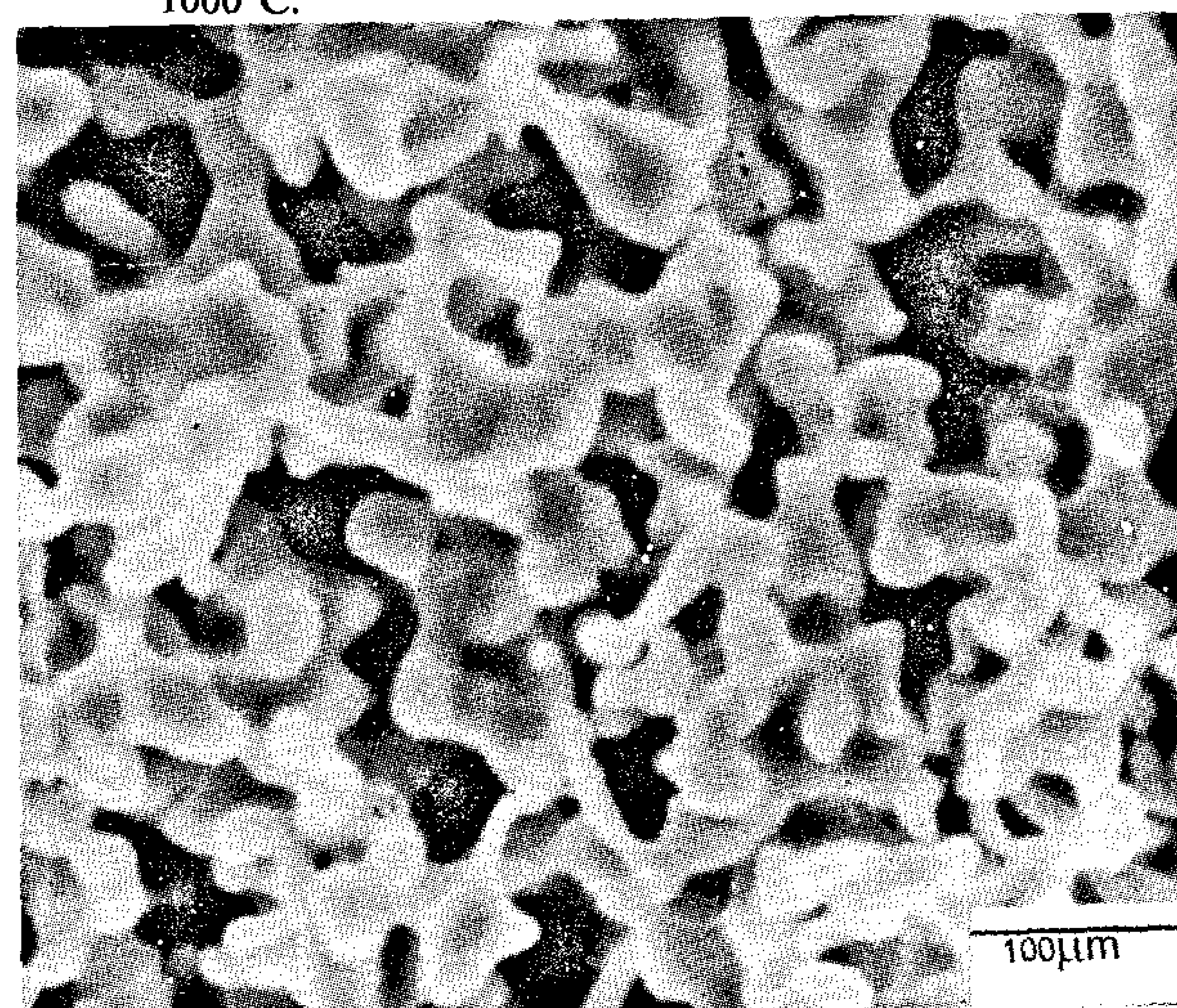


Photo 18 SEM microphotograph of doped compacts reduced at 900°C.

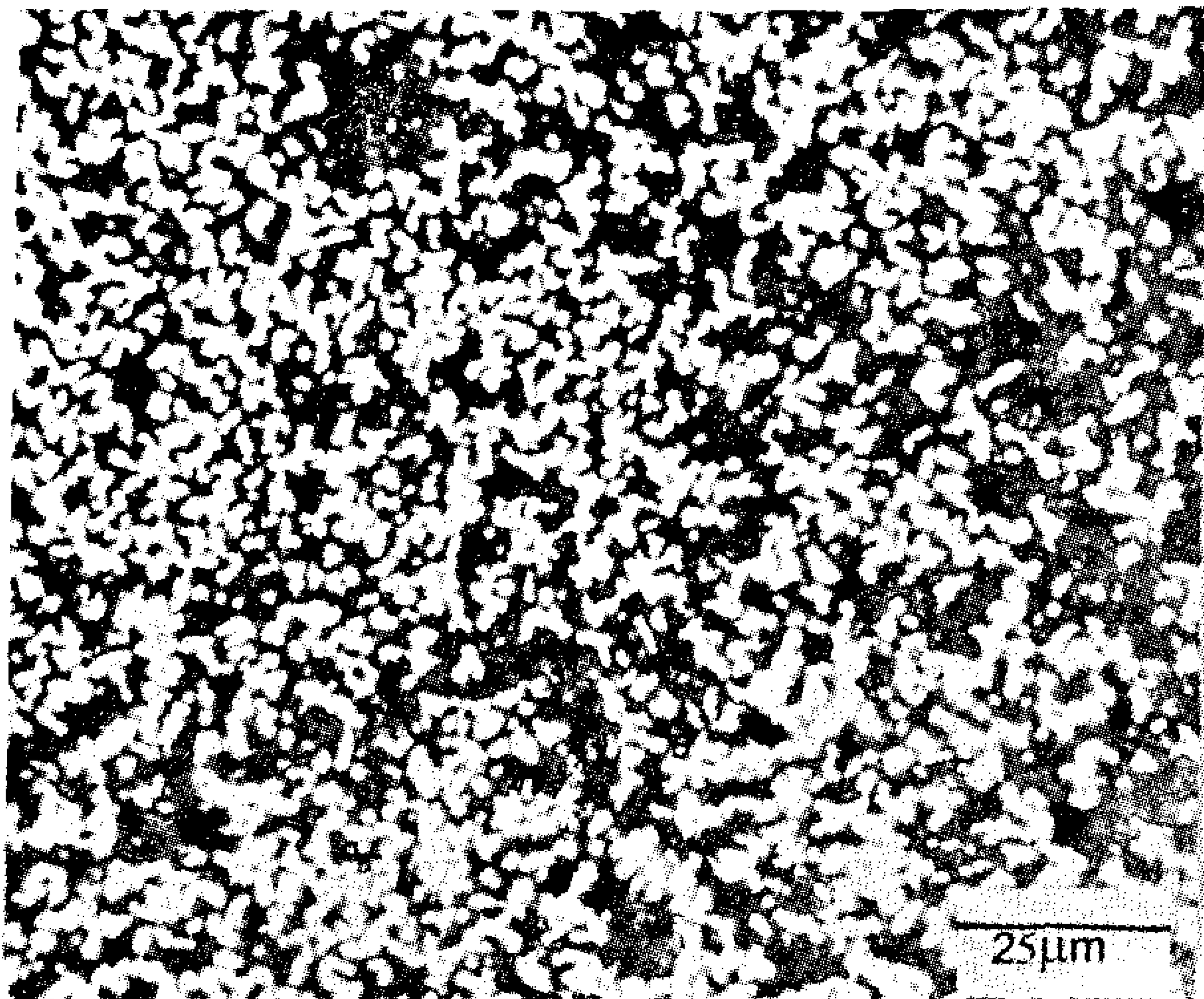


Photo 7 The microstructure of the nearest zone to the external surface of doped compacts reduced at 700°C.

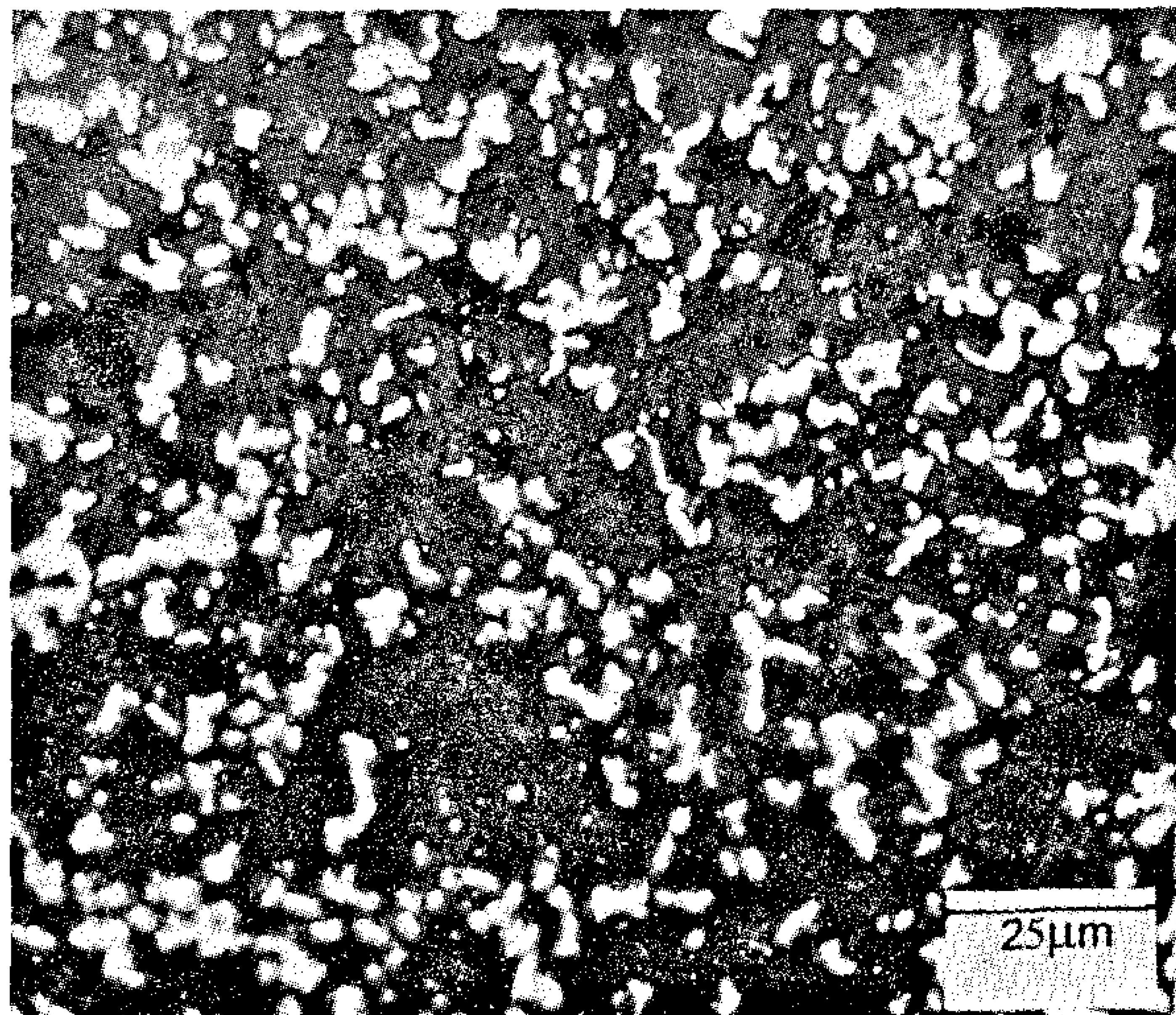


Photo 8 The microstructure of the nearest zone to the external surface of doped compacts reduced at 800°C.

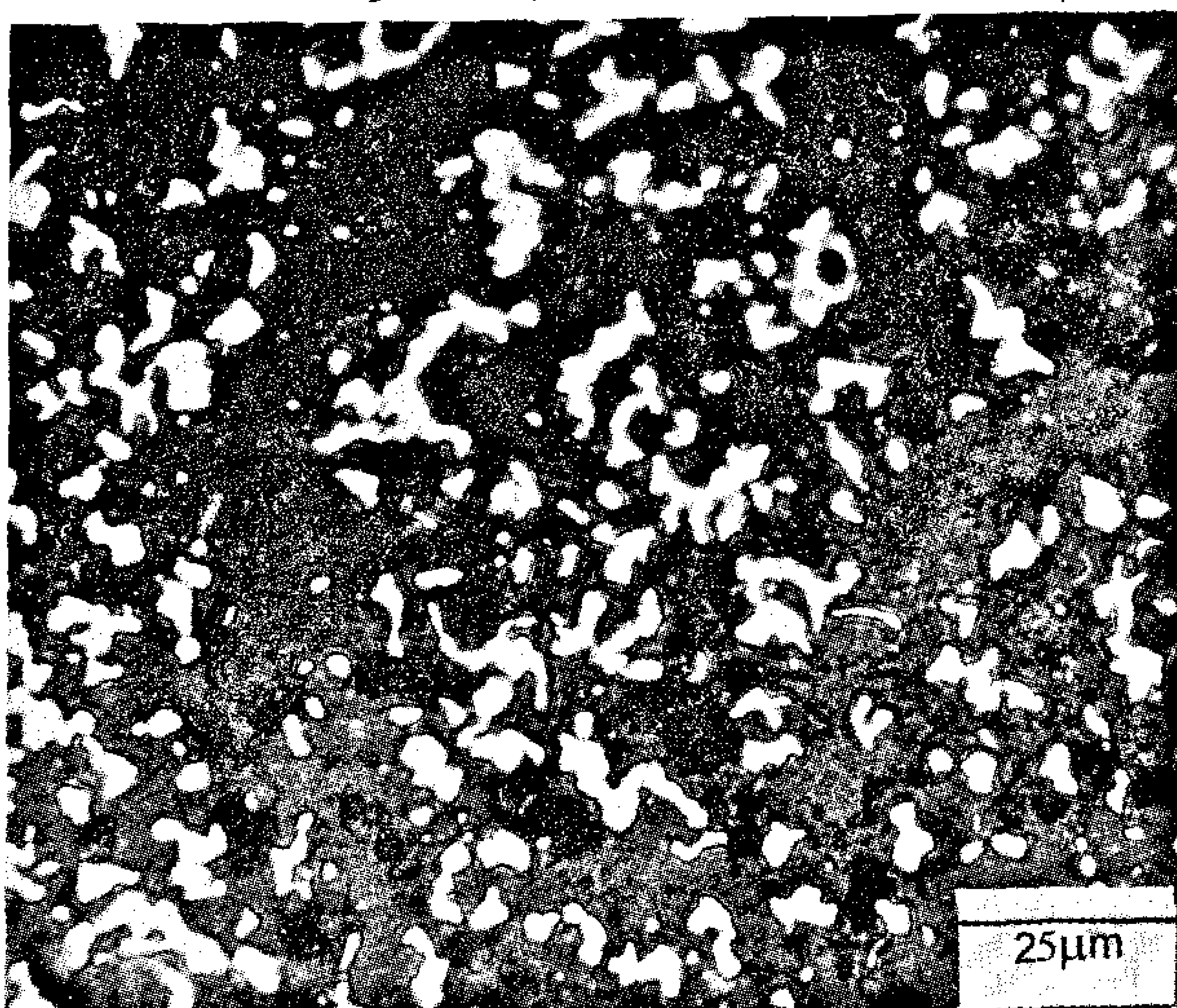


Photo 9 The microstructure of the nearest zone to the external surface of doped compacts reduced at 900°C.

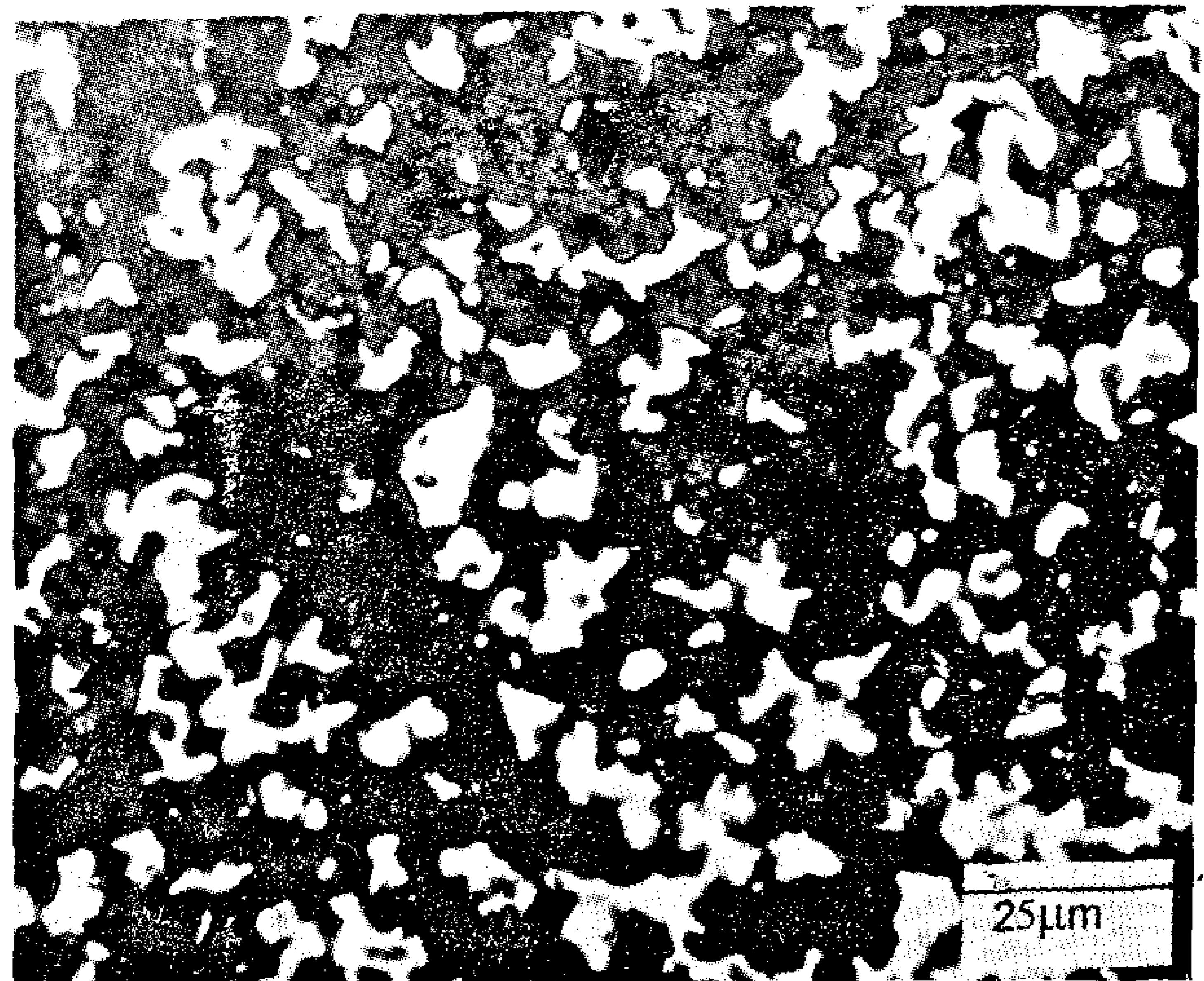


Photo 10 The microstructure of the nearest zone to the external surface of doped compacts reduced at 1000°C.

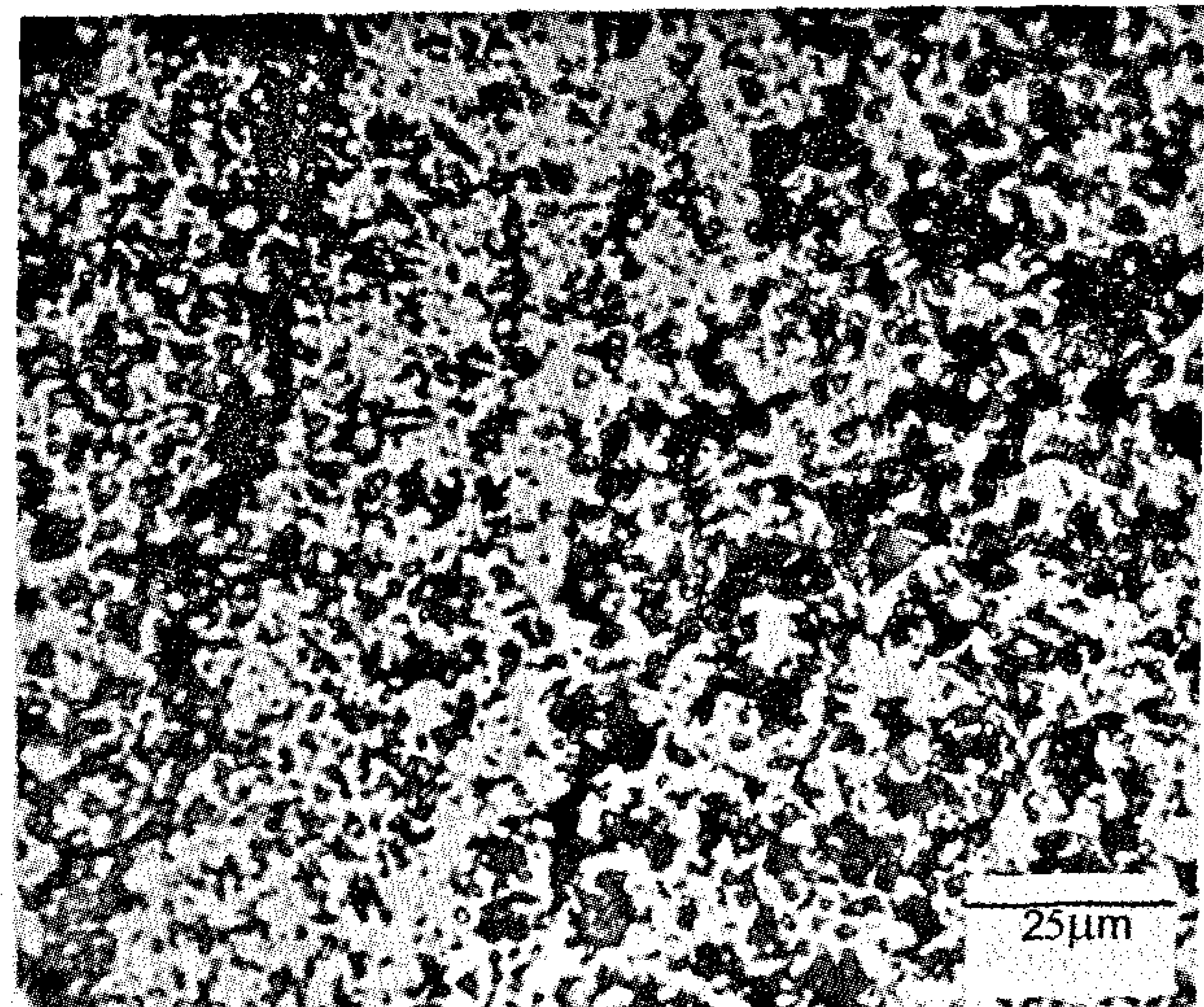


Photo 11 The microstructure of Fe_3O_4 layer in the pure compacts 40% reduction at 800°C.

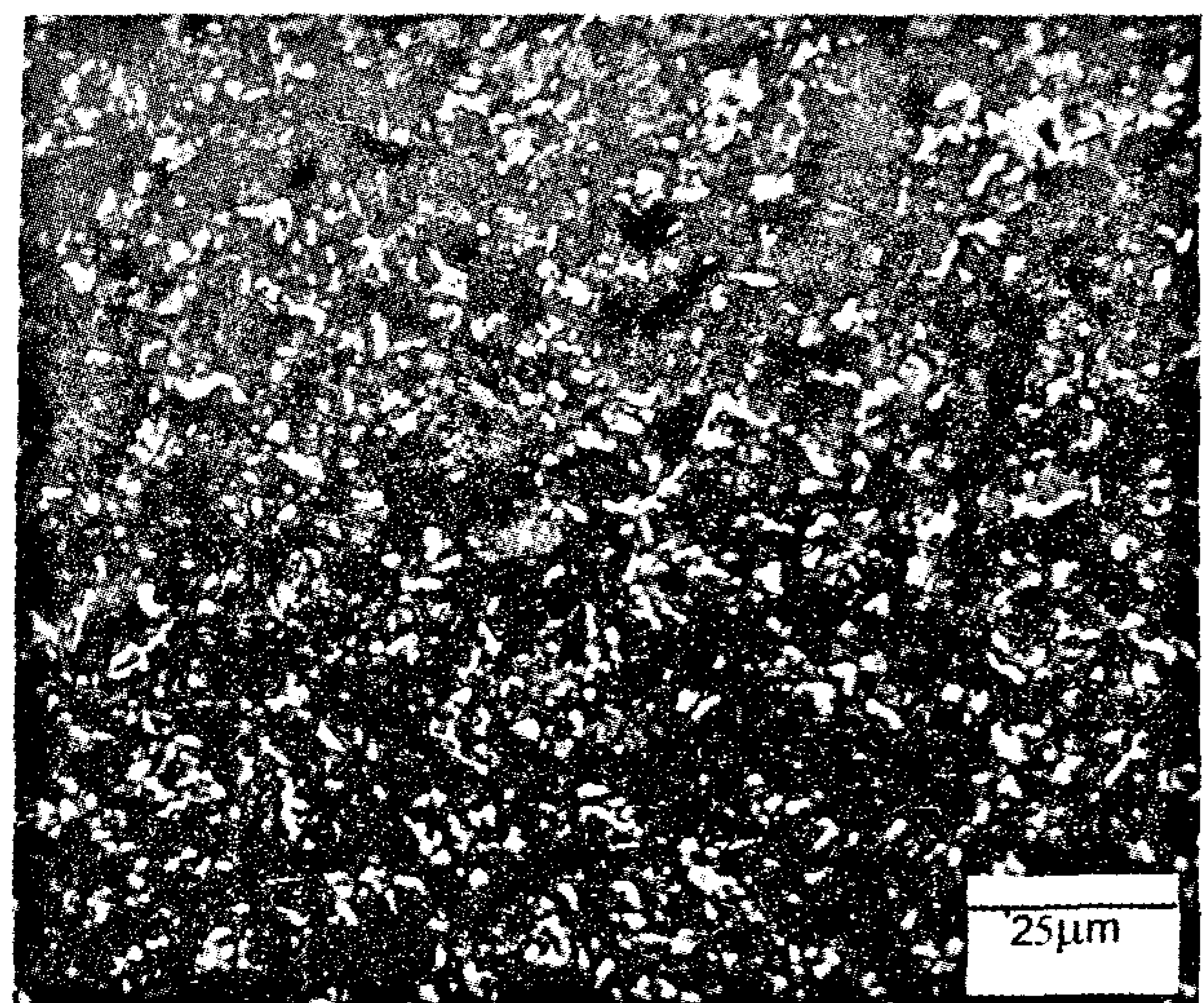


Photo 12 The microstructure of Fe_3O_4 layer in the doped compacts 40% reduction at 800°C.

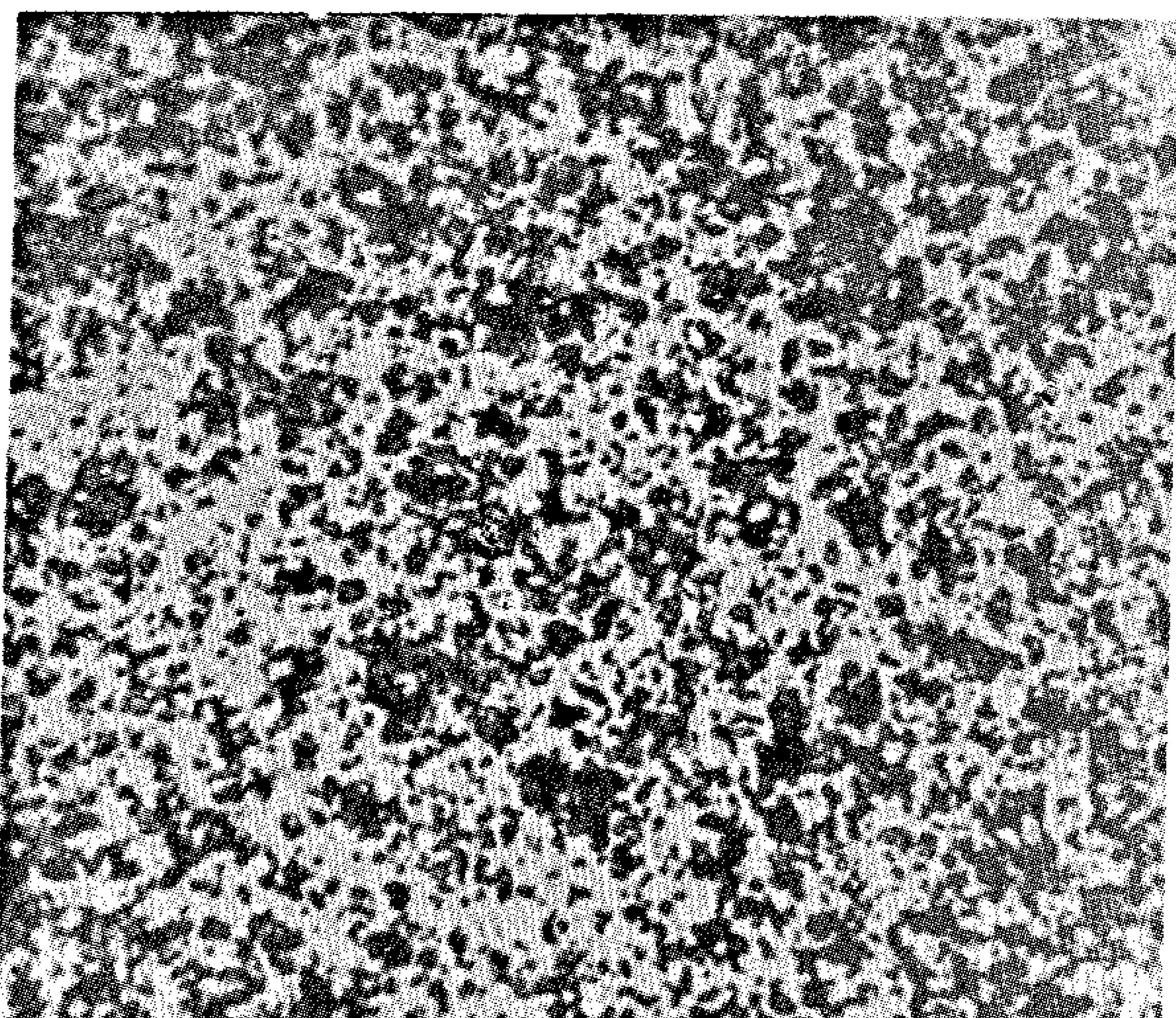


Photo 1 The microstructure of fired pure Fe_2O_3 compacts.

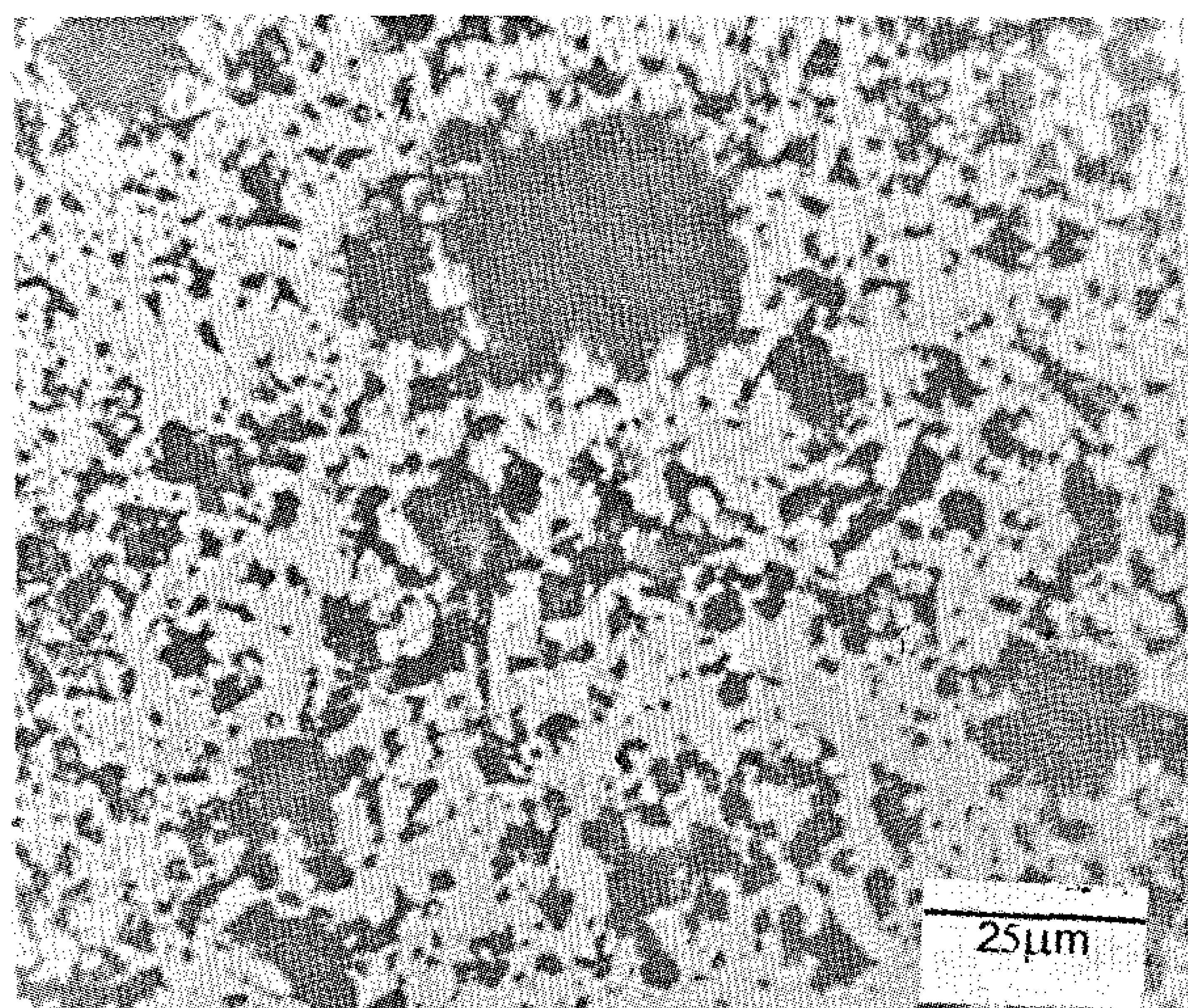


Photo 2 The microstructure of fired doped Fe_2O_3 compacts.

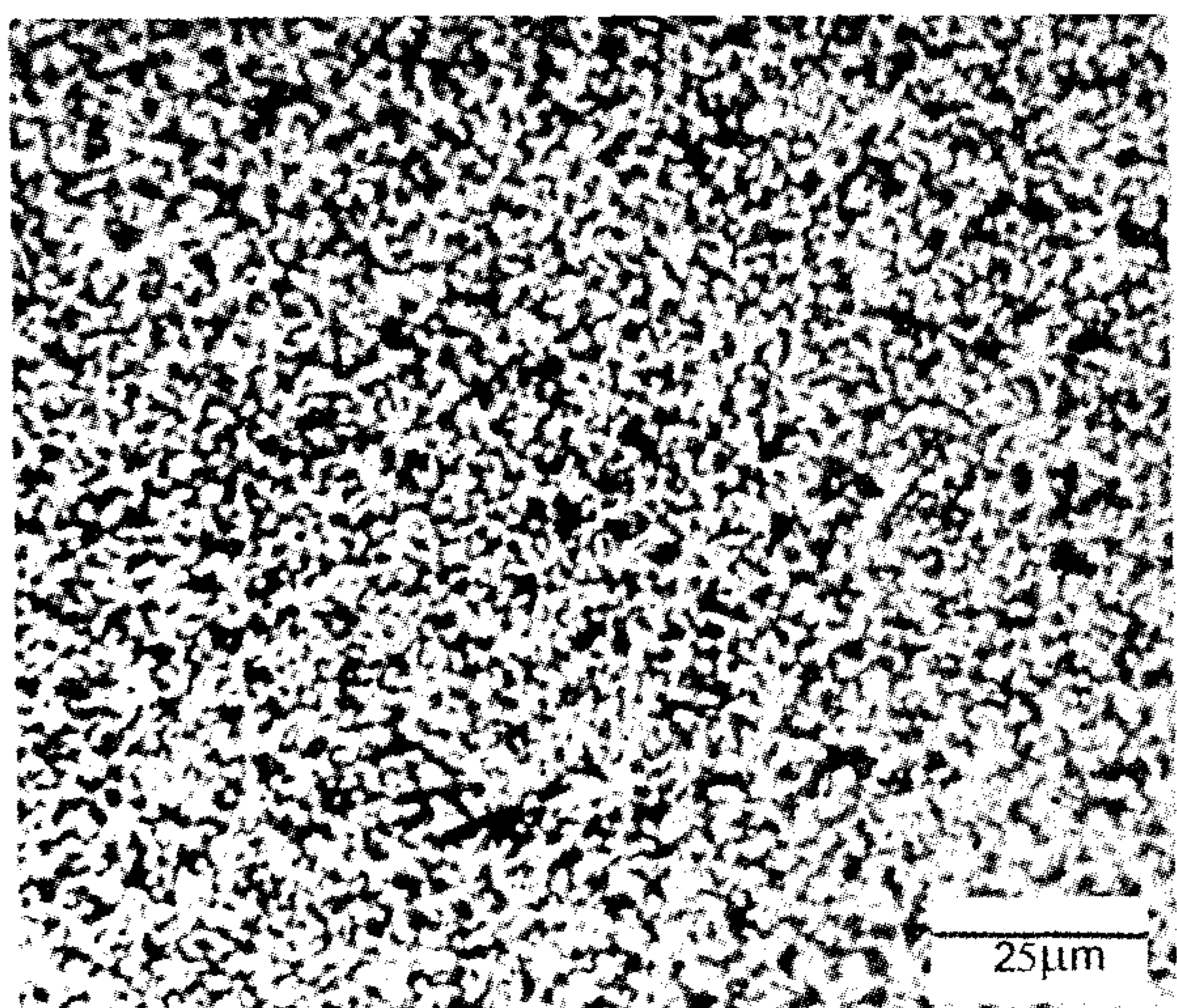


Photo 3 The microstructure of the nearest zone to the external surface of pure compacts reduced at 700°C.

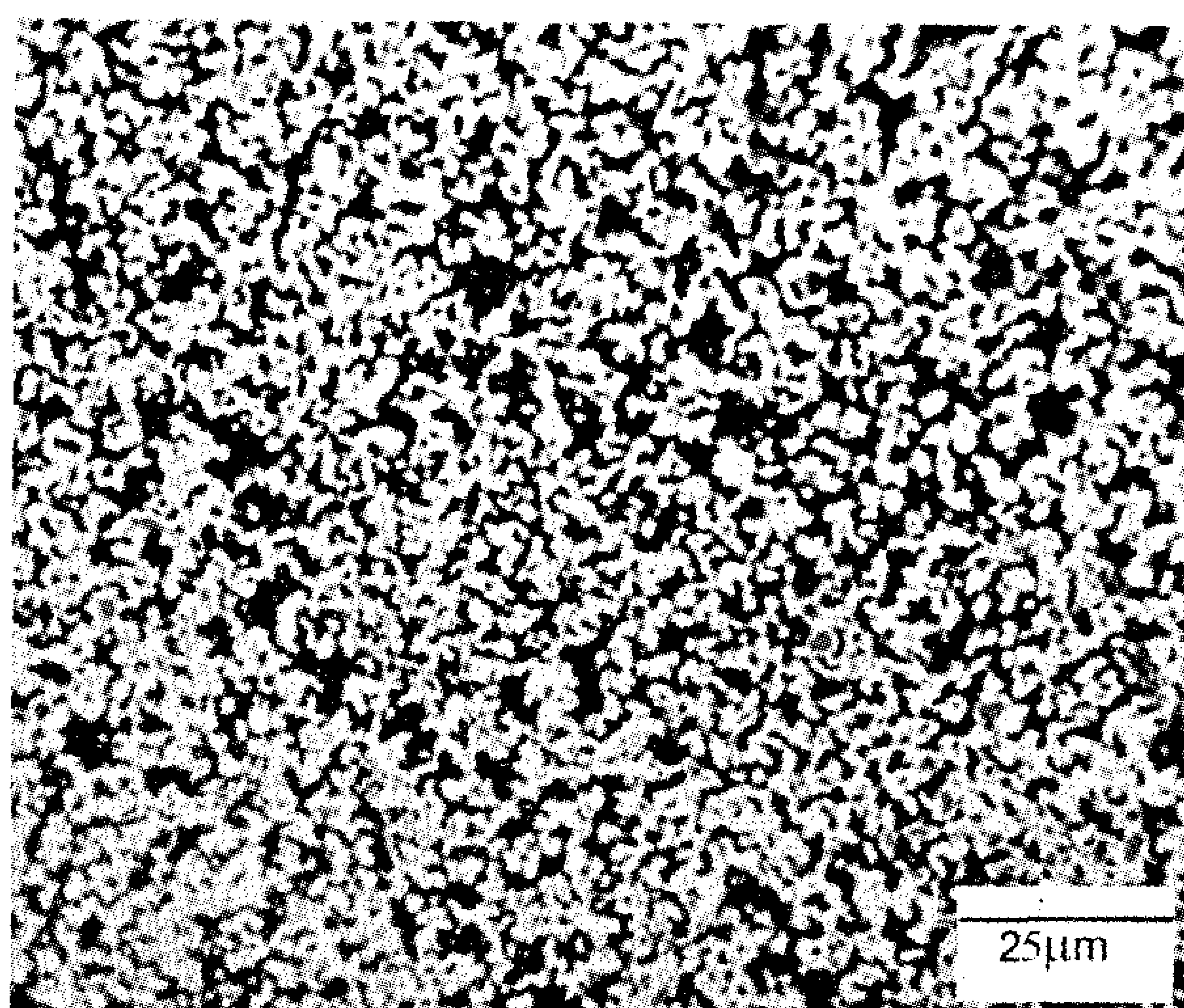


Photo 4 The microstructure of the nearest zone to the external surface of pure compacts reduced at 800°C.

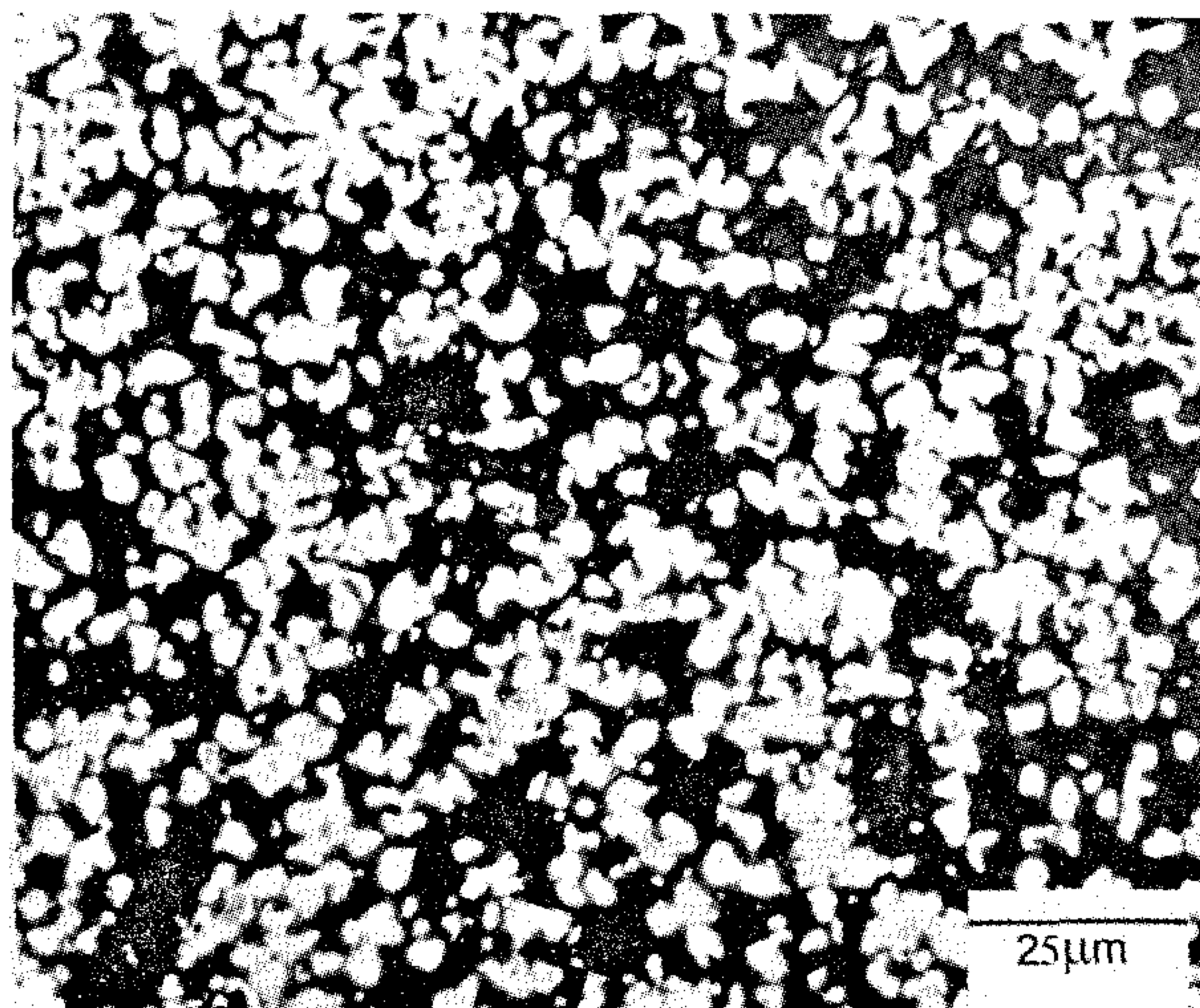


Photo 5 The microstructure of the nearest zone to the external surface of pure compacts reduced at 900°C.

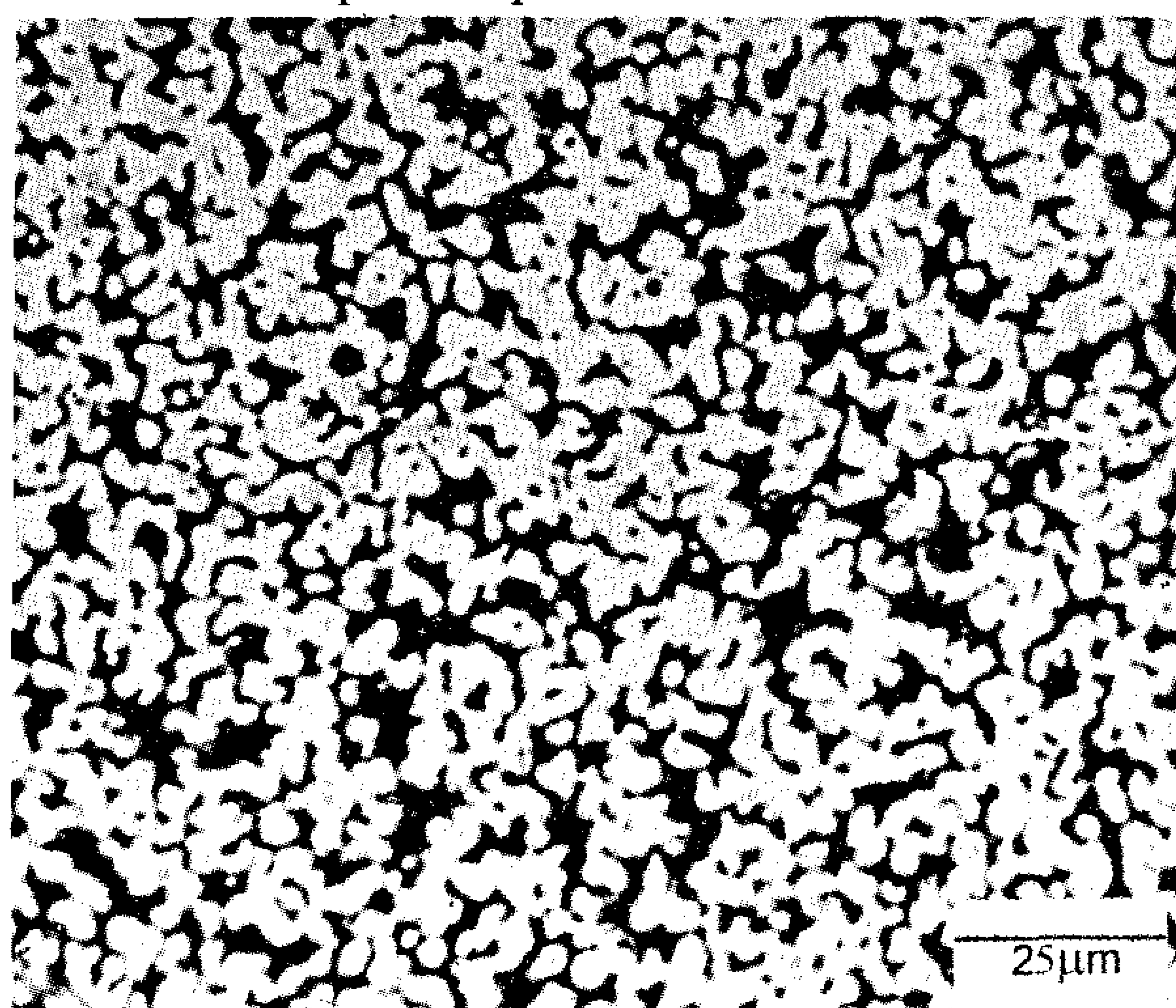


Photo 6 The microstructure of the nearest zone to the external surface of pure compacts reduced at 1000°C.

compacts is represented in Fig 4. The pure compacts displayed contraction which increased with temperature as a result of sintering as shown on Photos 3-6. On the other hand the doped compacts displayed a swelling which increased with the increase of reduction temperature from 700 to 800°C, then decreased with further rise to 900 and 1000°C.

The microstructures observed by SEM of both pure and doped compacts reduced at 900 and 100°C. are shown in Photos 16-19 respectively. Both RLM Photos 3-6 and SEM Photos 16 and 17 indicate that more sintering took place for pure compacts reduced at higher temperatures and this is the cause of higher contraction as previously mentioned. For doped compacts the RLM Photos 7-10 and SEM Photos 18 and 19 indicate that the metallic iron formed was in the form of flakes. The flaky shape was also observed for the lower oxides as shown in Photos 12 and 14. The growing flakes impinge on adjacent grains (or flakes) and push them apart causing large increases in the external volume of the compacts. The increase in the swelling with the increase of temperature from 700 to 800°C can be attributed to the thin and long flakes formed during reduction at 800 °C compared to those formed at 700 °C as appeared from Photos 8 and 7 respectively. The decrease in the swelling with further rise in temperature is due to the more sintering which occurred at the higher temperatures as observed from Photos 8-10, 18 and 19. In spite of the increase in the reduction temperature from 800-1000°C. the rate of reduction at the later stages for doped compacts decreased as observed from Fig. 2, and this is due to the decrease in swelling as shown in Fig. 5 at the same temperature range.

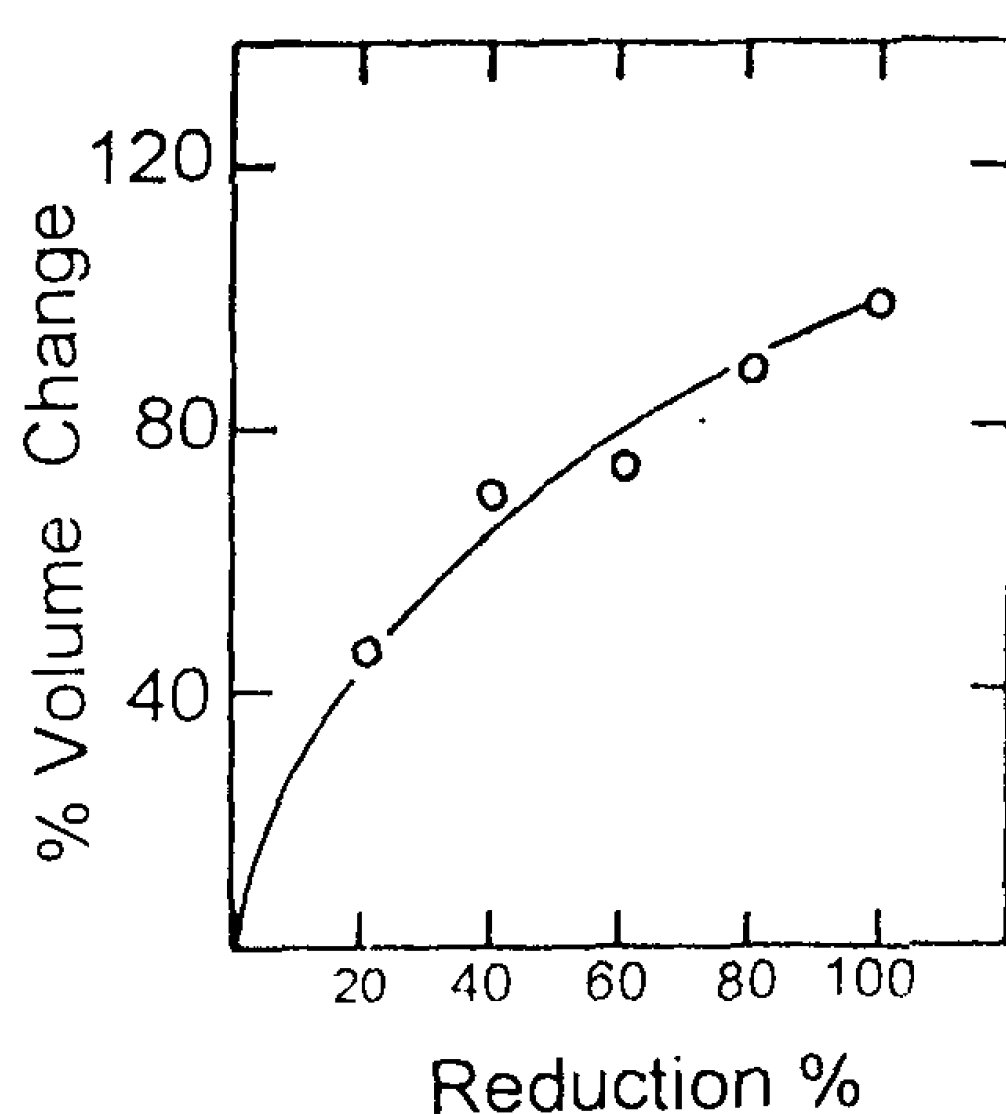


Fig. 5 -The relationship between reduction % and the corresponding volume change for doped compacts reduced at 800 C.

The relationship between extent of reduction and the corresponding volume change for doped compacts reduced at 800°C. is given in Fig. 5. The Figure shows that a major part of swelling took place at the early stages of reduction, i. e. before the appearance of metallic iron as a reaction product. This is due to the flaky shape of the intermediate lower oxides (Fe_3O_4 and FeO) as shown in Photos 12 and 14. This behaviour is different from catastrophic swelling where the sudden volume expansion is associated with the conversion of wustite to iron (19-21), so this type of swelling can be called bursting swelling.

CONCLUSION :

Pure and doped Fe_2O_3 compacts were isothermally reduced at 700-1000 °C. with carbon monoxide. The doped compacts showed an incubation period specially at low temperatures. The rate of reduction at both the initial and later stages was higher for doped compacts than that for pure compacts. The rate controlling mechanism for both pure and doped compacts was the interfacial chemical reaction. The increase in the reduction rate in the presence of sodium was attributed to the finer texture, i. e. greater surface area and reactivity of the intermediate lower oxides (Fe_3O_4 and FeO) formed during reduction. The doped compacts displayed a bursting swelling and it was attributed to the flaky shape of Fe_3O_4, FeO and Fe formed during reduction. The maximum swelling (98%) occurred during reduction at 800°C.

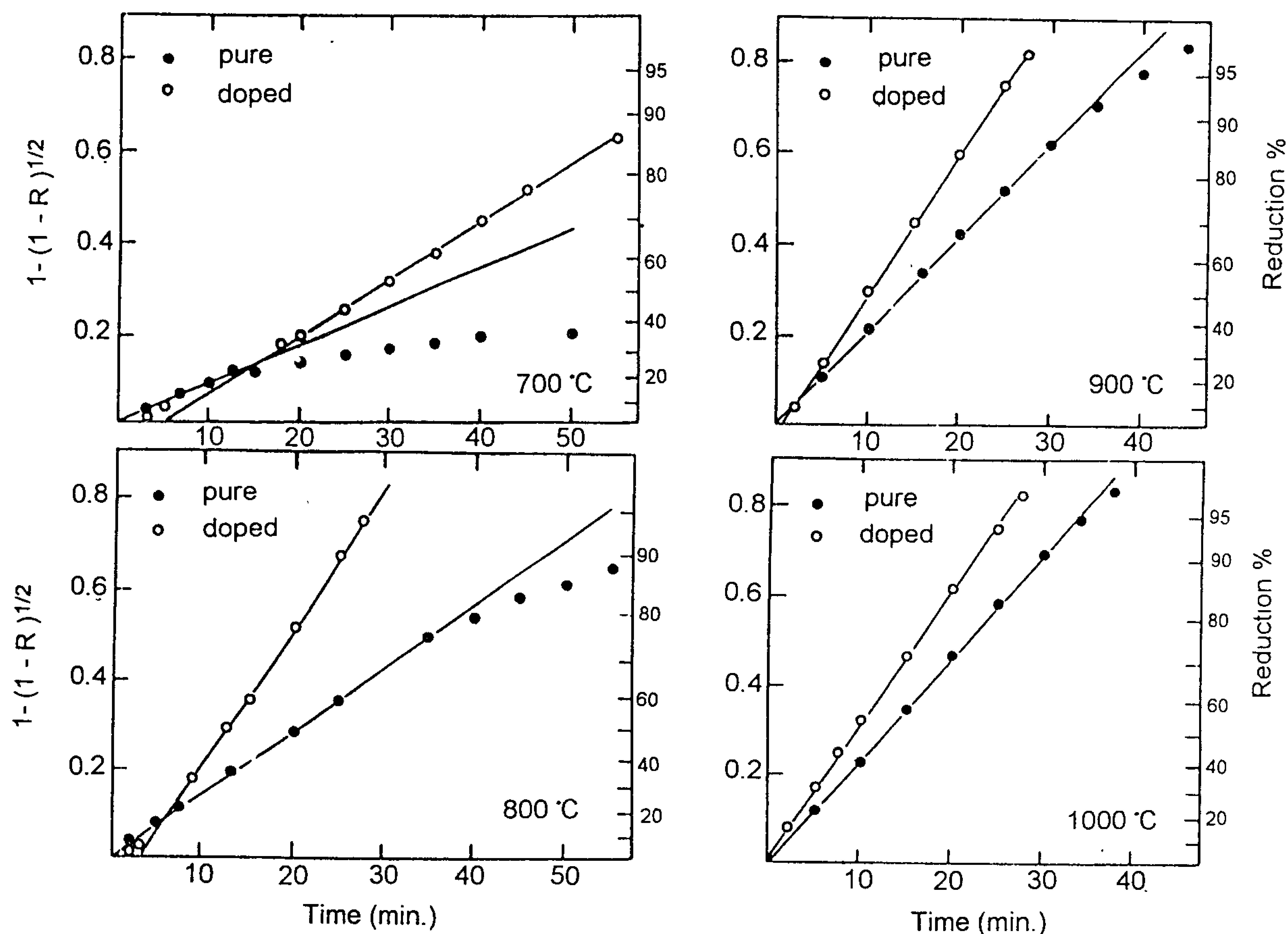


Fig. 3 - Application of the chemical reaction control equation for pure and doped compacts.

40% reduction extent) at 800°C are given in Photos 13 and 14 respectively. It is clear that the wustite grains in the doped sample have a flaky shape and they are finer than those in the pure sample.

The increase in the reduction rate in the presence of sodium is attributed to the finer texture i. e. greater surface area and reactivity of the intermediate lower oxides (Fe_3O_4 and FeO) formed during reduction.

The microstructure of the centre of pure sample partially reduced at 800°C (88% reduction extent) is given in Photo 15. The Photo shows many wustite relics entrapped in the metallic iron. This means that the role of solid-state diffusion became significant in the reduction process, and that is the cause of the deviation observed for pure samples at the later stages of reduction specially at lower temperatures during the application of the chemical reaction rate equation as shown in Fig. 3.

3.2. VOLUME CHANGES DURING REDUCTION

The relationship between reduction temperature and the corresponding volume change at nearly complete reduction for both pure and doped

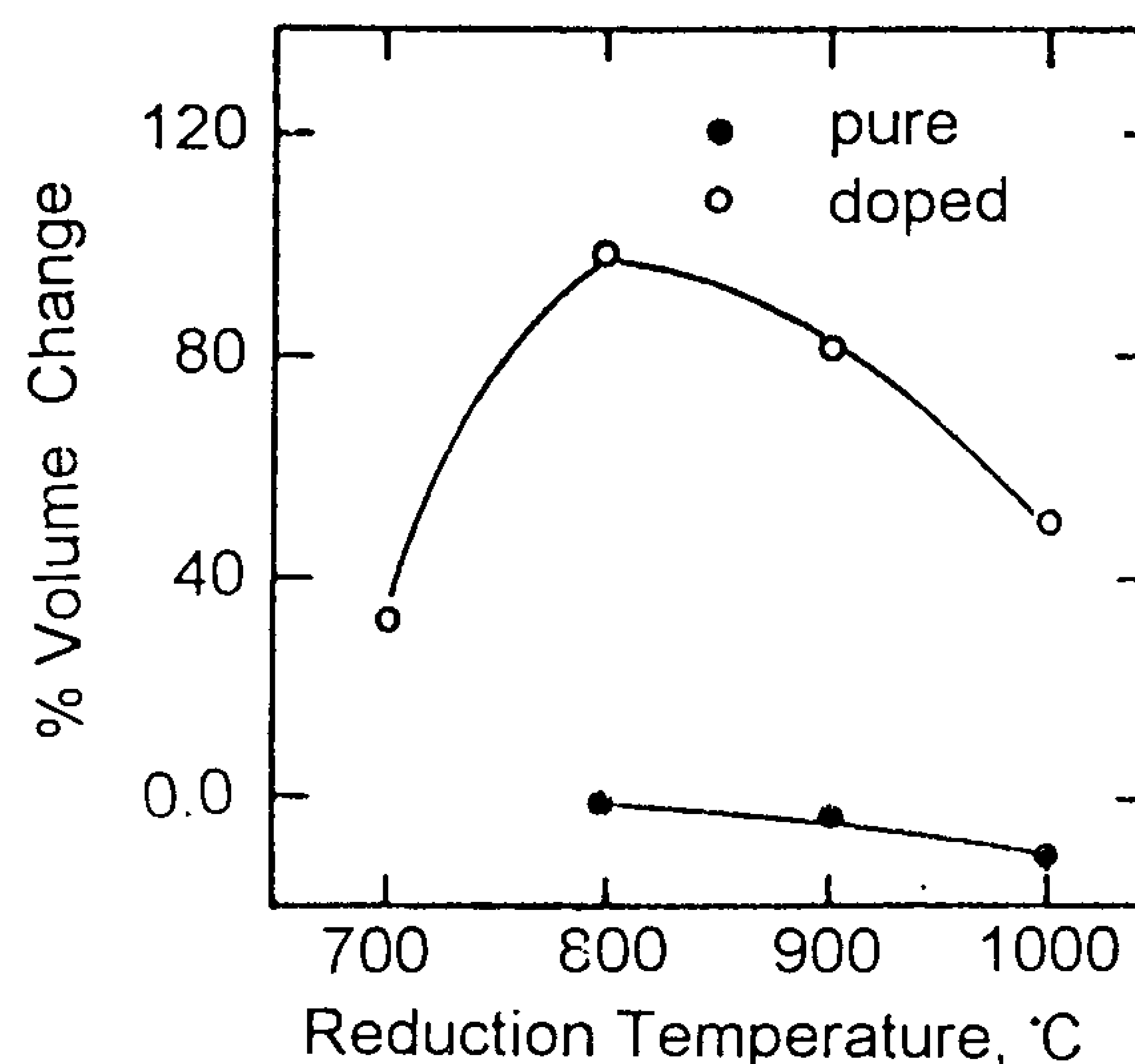


Fig. 4 - The relationship between reduction temperature and the corresponding volume change at about 100% reduction.

3.1. REDUCTION OF COMPACTS

The fired pure and doped compacts were isothermally reduced with pure carbon monoxide at 700 - 100 °C. The typical reduction curves are shown in Fig. 1. For pure compacts, the rates of reduction were highest at the early stages of reduction and decreased with time up to the end of the experiments; while for doped compacts, the reduction curves had a sigmoid shape which indicates that incubation periods were required for nucleation process. The duration of the incubation increased with decreasing reduction temperature.

The relationship between the rate of reduction (dr/dt) at both the initial and later stages (at 5% and 85% reduction extent respectively) and reduction temperature is given in Fig. 2. The rate of reduction at the initial stages for the two samples gradually increased with temperature. This agrees with the basic principles of chemical kinetics as well as with the fundamental laws of diffusion which predict that the rate of reduction of iron oxide increases with temperature. For the later stages the rate of reduction of pure sample increased with temperature; while that of doped sample increased by increase of temperature from 700 to 800°C. then slightly decreased. It is also obvious that the rate of reduction at both the initial and later stages increased in the presence of Na_2CO_3.

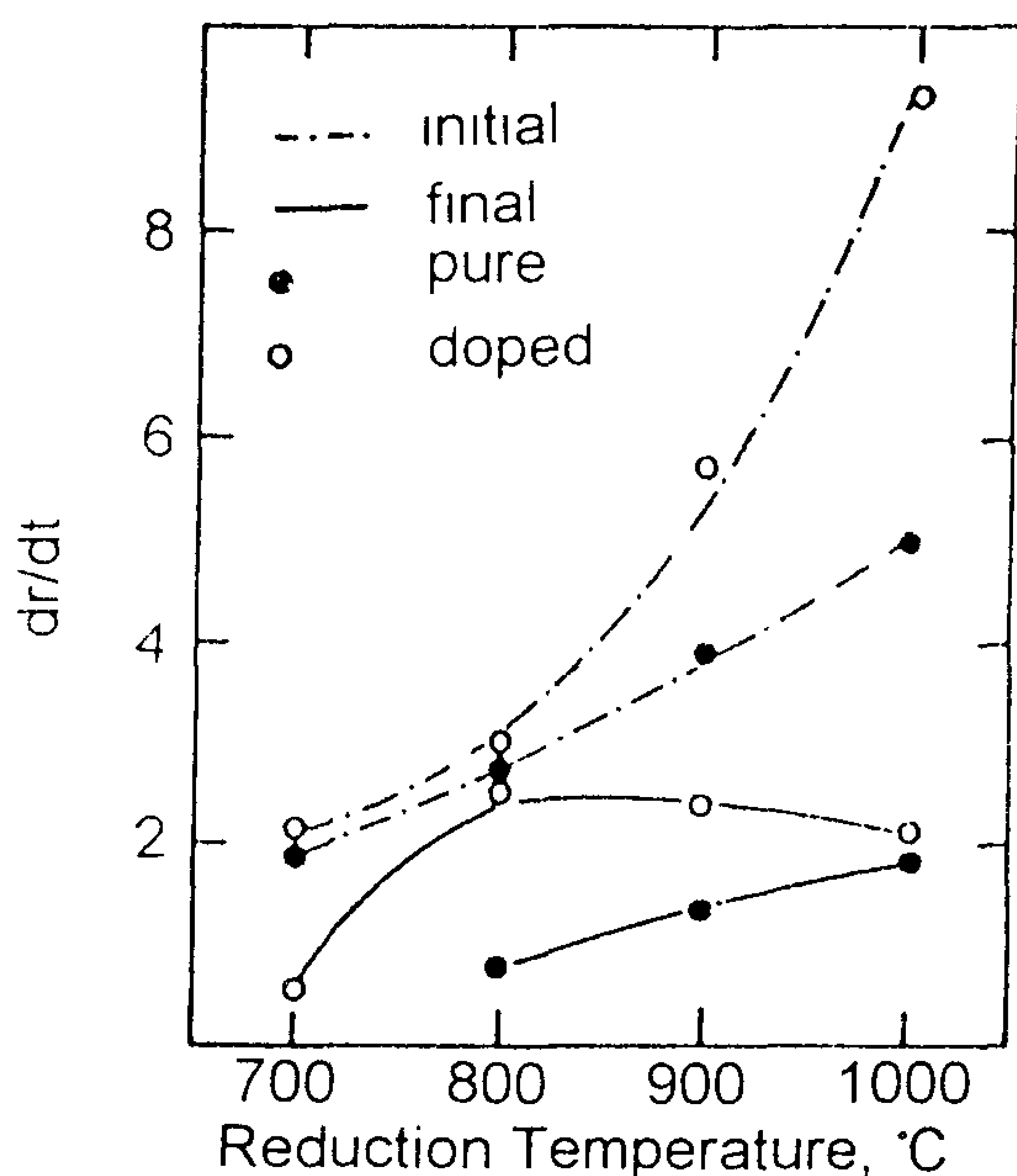


Fig. 2 - The relationship between the rate of reduction and reduction temperature for pure and doped compacts.

The reduction curves as given in Fig. 1 were tested against the different rate equations(15) to elucidate the rate controlling mechanism of reduction. By plotting the reduction time (t) against $1- (1-R)^{1/2}$ as shown in Fig. 3, straight lines were obtained for all curves in the case of doped samples (except in the incubation period), whereas for pure samples a deviation took place at the later stages specially at low temperatures. This indicates the validity of the equation.

$$Kt = 1- (1- R)^{1/2}$$

where

K is the reaction rate constant and R is the fractional reduction at given time (t), which subsequently means that the interfacial chemical reaction was the rate controlling mechanism(15).

The microstructures of the nearest zone to the external surface of both pure and doped compacts reduced at 700, 800, 900, and 1000°C are given in Photos 3-10 respectively. It is obvious that most of pores (macropores) in the produced iron layer are connected and open to the external surface. This means that there was a direct access for the reducing gas to the oxide surface and this in turn confirms that the interfacial chemical reaction was the rate controlling step.

The microstructures of the magnetite layer in the pure and doped samples partially reduced (about 40% reduction extent) at 800°C are given in Photos 11 and 12 respectively. In the pure sample (Photo 11) the structure of the magnetite layer was nearly similar to the structure of the original hematite, where spheroidal porosity with coarse grains was prodominated. The structure of Fe_3O_4 layer in the doped sample (Photo 12) was characterized by a micro-domain texture porosity with fine and more severely fractured flaky grains. This is due to the embrittlement which is known to occur mainly during the hematite-magnetite reduction stage (16) as this transformation is anisotropic (17). When sodium is present, the increase in the embrittlement results from an increase in the relative value of the internal stresses which pre-exist or develop during reduction because (i) sodium entering into the crystal lattice introduces additional stresses(9); (ii) sodium increases the anisotropic character of the hematite-magnetite transformation as a consequence of a preferential reduction along some particular crystallographic planes(18).

The microstructures of the wustite layer of both pure and doped samples partially reduced (about

Table 1- Porosity and sodium content of indurated compacts

	Porosity	Na_2CO_3 (wt%)
Pure Compacts	9.5%	0.00
Doped Compacts	11.9%	1.72

Isothermal reduction of single briquettes was carried out using a previously described apparatus (14). A flow rate of 1000 ml/min. of carbon monoxide was found to be sufficient to avoid gas starvation. The volume of the briquettes before and after reduction was determined by Archimedes principle. Scanning electron microscope (SEM), reflected light micorscope (RLM) and X-ray analysis were used to elucidate the reduction kinetics.

3- RESULTS AND DISCUSSION

The microstructure of the fired pure Fe_2O_3 and doped compacts are given in photomicrographs 1 and 2 respectively. The pure compacts had a relatively homogenous fine pore structure, whereas the doped compacts had coarser grains with larger pores. Although more sintering can be observed in the doped compacts, their porosity was lower than that of the pure compacts as shown in Table 1. This is due to the vaporization of a part of sodium species during the induration process (Table 1) leaving additional pores beyond it. Both microscopic examination and X-ray diffraction analysis of the doped compacts revealed that the only phase present is hematite.

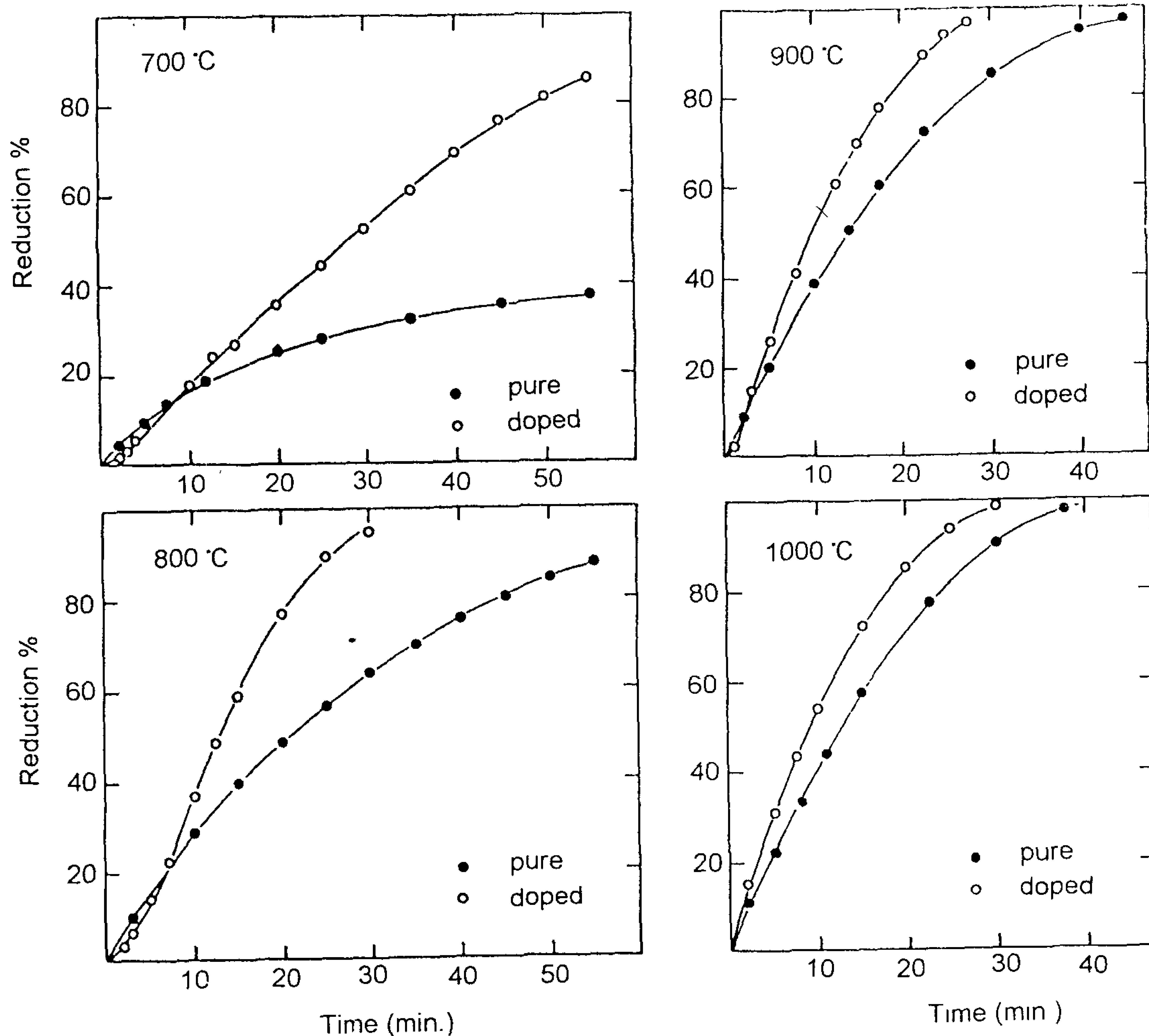


Fig. 1 - Reduction curves of pure and doped Fe_2O_3 compacts at 700 - 1000 C.

THE INFLUENCE OF SODIUM CARBONATE ON THE REDUCIBILITY AND SWELLING OF HEMATITE COMPACTS

By
A.A. Omar*

ABSTRACT :

The influence of $Na_2 CO_3$ (2%) on the reducibility and swelling of chemically reagent grade fired hematite compacts has been investigated. The compacts were isothermally reduced at 700-1000°C with carbon monoxide. The reduction course was followed up by thermogravimetric technique. Porosity, volume change measurements, scanning electron microscope, reflected light microscope, and X-ray analysis were used to elucidate the reduction kinetics. The rate of reduction at both the initial and later stages increased in the presence of $Na_2 CO_3$.. Swelling was also observed during reduction of compacts containing $Na_2 CO_3$. The swelling increased with the increase of reduction of temperature from 700 to 800°C, then decreased with further rise to 900 and 1000°C. During reduction at 800°C, the swelling increased with the increase of the reduction extent until it reached 98% at 100% reduction.

1- INTRODUCTION

Baharia iron ore which is used in the Egyptian Iron and Steel Company contains about 1.2% sodium chloride and 0.3% potassium chloride (1-3). About 50% of the alkali loading is removed during the sintering process (3,4), and the rest exists in the proper sinter in the form of silicates, carbonates, and cyanides (3). The alkalies enter the blast furnace mainly through the iron ore sinter and they are circulated in it in the form of NaCH, Na and K vapours on the way up and as carbonates and liquid cyanides riding on the burden on the way down(5-7). The blast furnace operations are disturbed because alkalies increase the ore swelling and embrittlement with production of fine particles which oppose the gas free circulation.

Many investigators(7-13) studied the influence of potassium (as $K_2 CO_3$ or KOH) on the reducibility and swelling of iron oxides by three doping techniques; i. e. annealing, surface coating at room temperature, and doping by a potassium loaded reducing gas. They reported that potassium improves the iron ore (or oxide) reducibility(7-12) and enhances the tendency to catastrophic swelling(7,9,13). Several interpretations have been provided for the improved rate of reduction and/or the swelling of the ore compacts. On the other hand, for sodium which is the main alkali constituent in the indigenous ores, there is a lake in the information in the literature about its behaviour during reduction of iron oxides. Therefore, in this study the influence of sodium on the reducibility and swelling of hematite compacts was investigated.

2- EXPERIMENTAL

Chemically pure ferric oxide powder (D.D.R.) and chemical reagent sodium carbonate powder were used in this investigation. The ferric oxide powder was slightly moistened with 11% kerosene, then 2.4 grams aliquots were pressed in a cylindrical mould of 8 mm diameter at 20 kg/cm^2 using a hydraulic press. The obtained briquettes were dried at 110°C, then fired for 3 hrs in a muffle furnace at 1100°C. A mixture of $Fe_2 O_3$ powder containing 2% $Na_2 CO_3$ was prepared by thoroughly blending the ingredients in a ball mill. Briquettes made from this mixture were fired in a similar method of that used for pure briquettes. The porosity and sodium content of the produced indurated compacts are represented in Table 1.

* Department of Production Engineering Technology, Benha High Institute of Technology, BHIT, Benha, Egypt.

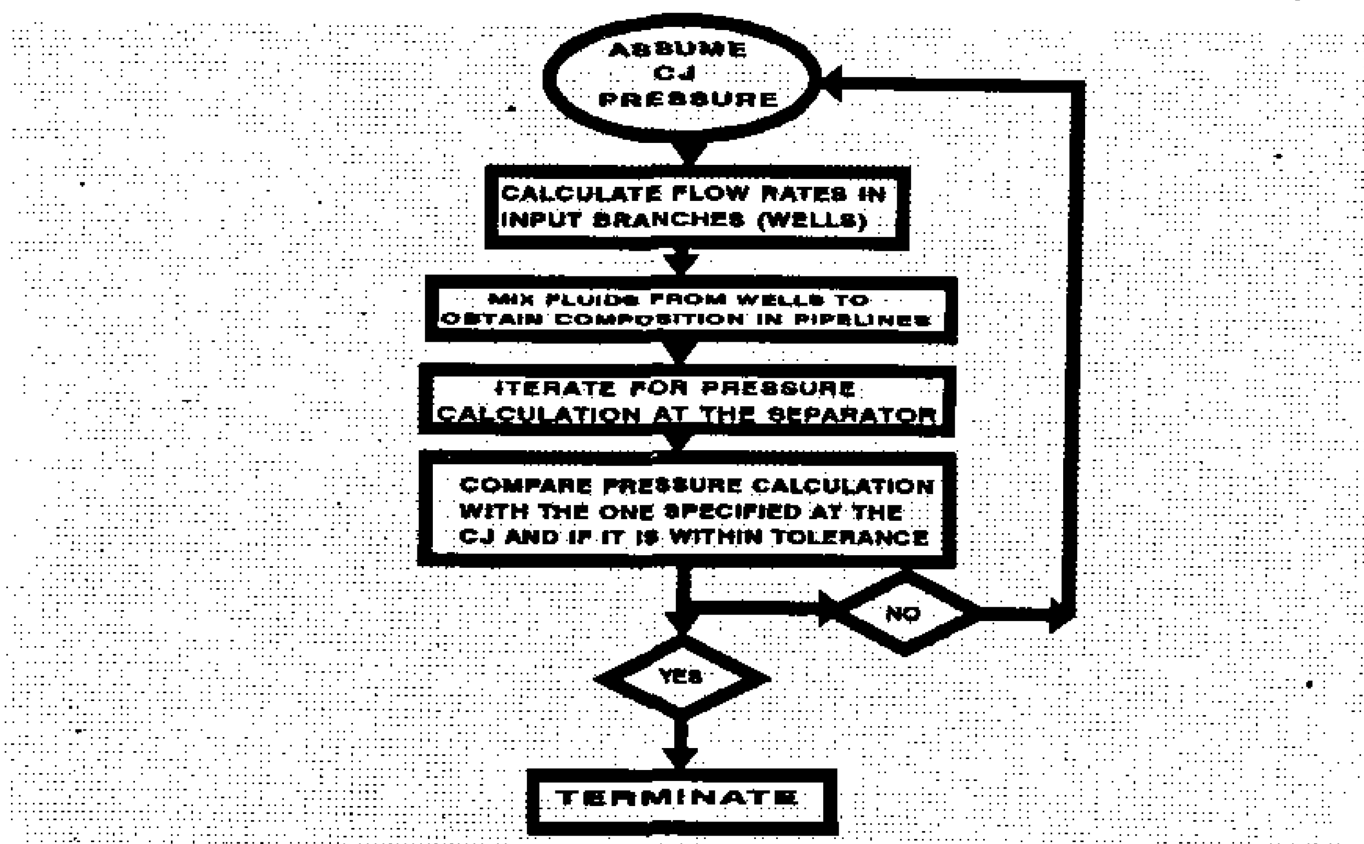


Fig. 11 - Network Model Calculation Algorithm.

High Pressure Network Model Performance, 02-11-92

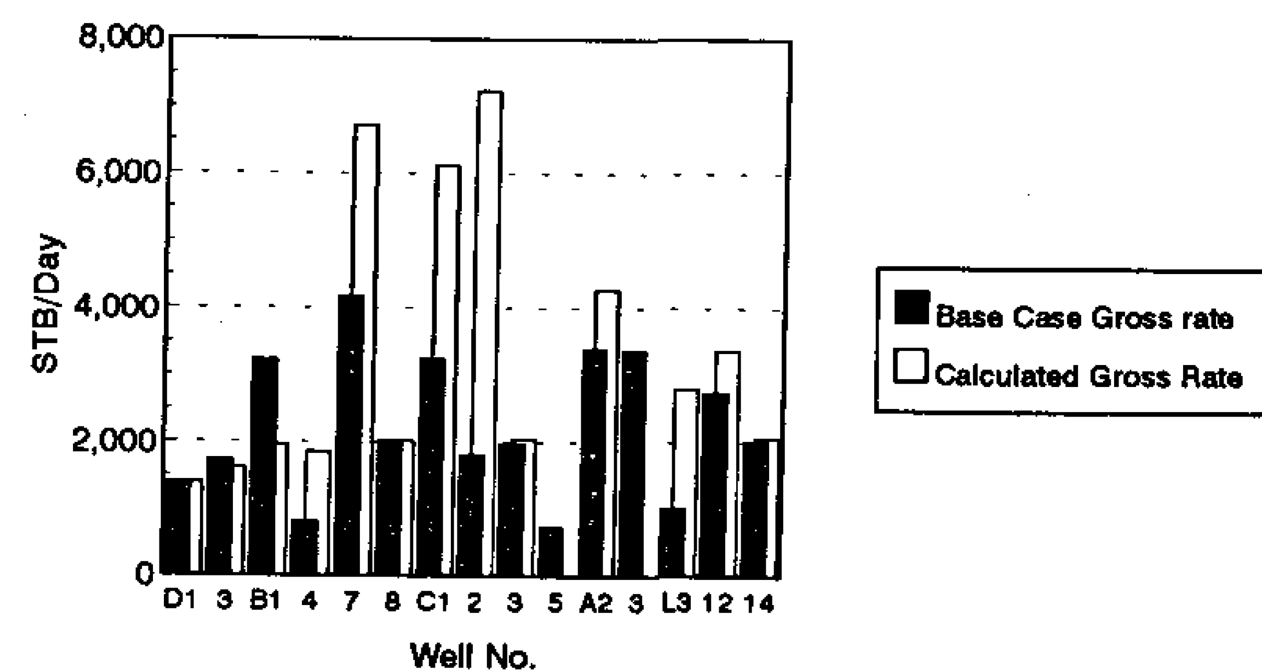


Fig. 12 - Sensitivity of Wellhead Chokes Removal.

Low Pressure Network Model Performance, 02-11-92

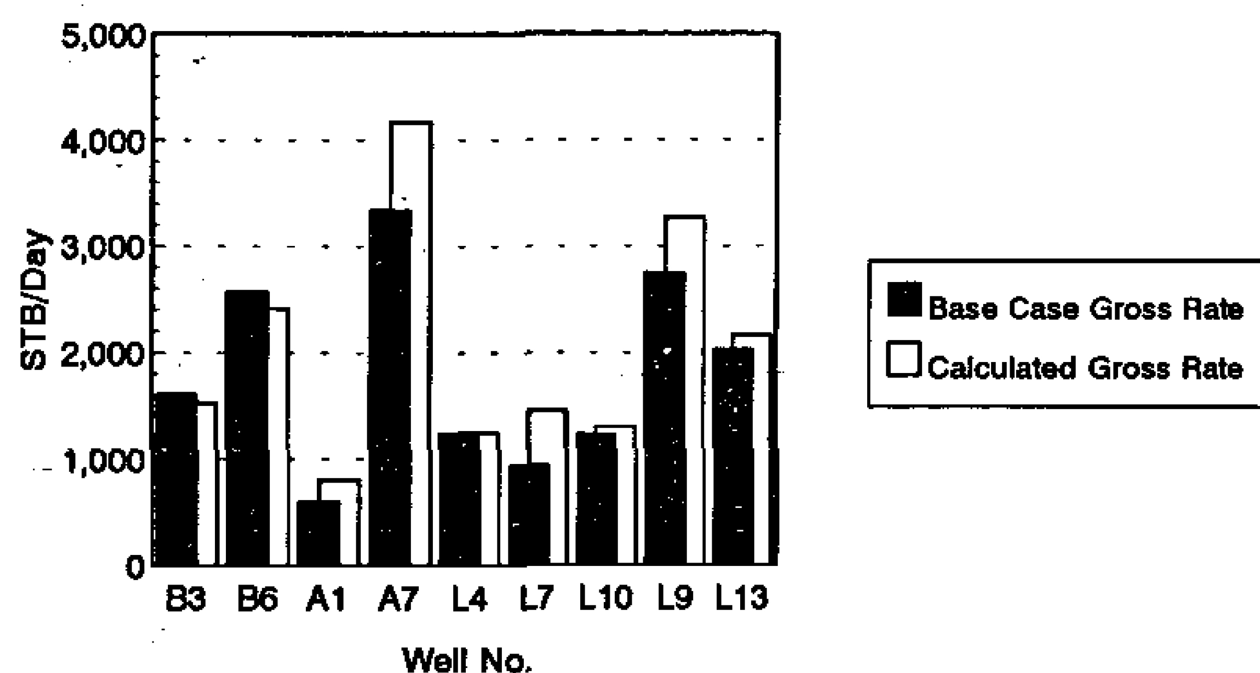


Fig. 13 - Sensitivity of Wellhead Chokes Removal.

High Pressure Network Model Performance, 02-11-92

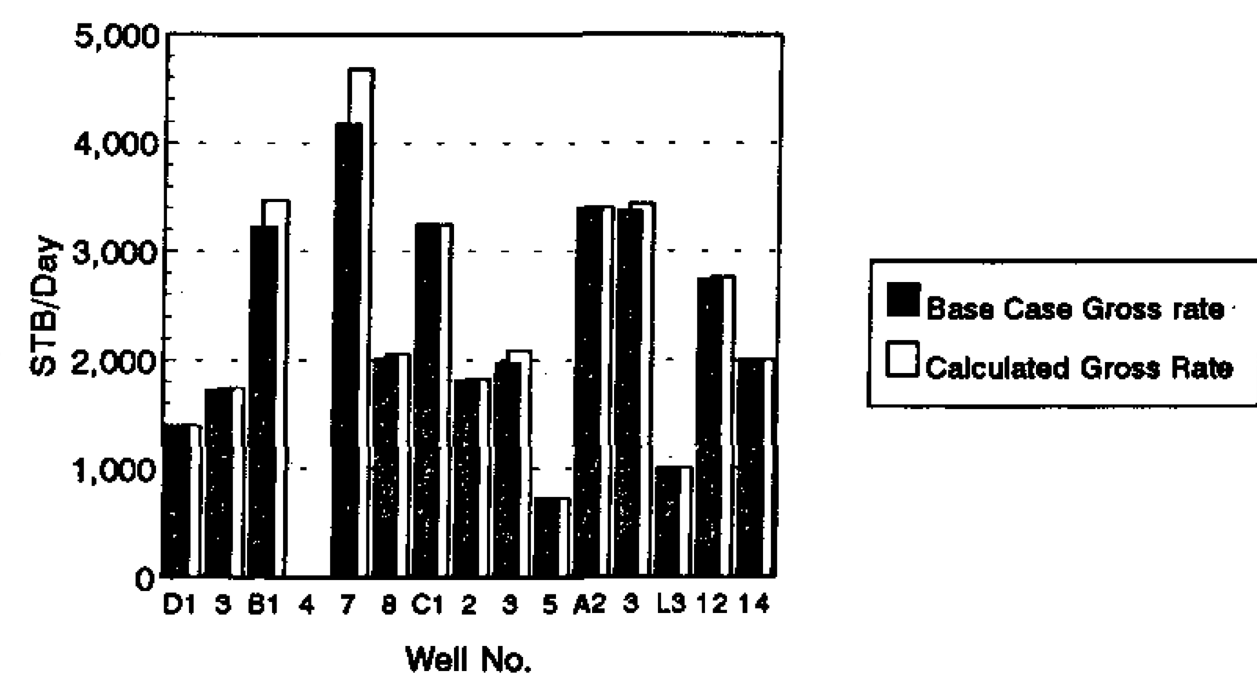


Fig. 14 - Sensitivity of Closing in High Gor Well.

REFERENCES

1. *Bristow, P. G. and Thambynayagam, R. K. M. : "Design Calculation for Three-Phase Flow Behavior in Wells and Flowlines for Naturally and Artificially Lifted Wells," presented at the 6th EGPC Seminar, Cairo, Egypt, 24 November, 1982.*

2. *"Development Study, Zeit Bay Field, Egypt", Petroleum Engineering Aspects, July 1984, SIPM, The Huge.*

3. *Standing M. B. : "A General Pressure Volume-Temperature Correlation for Mixtures of California Oil and Greases," Drill. and Prod. Prac., API (1947), 275.*

4. *Lasater, J. A. : "Bubble Point Pressure Correlation," Trans. AIME (1958), 379.*

5. *Glaso, O. : Generalized Pressure Volume Temperature Correlation," JPT (May 1980), p. 785.*

6. *Vasquez, M., and Beggs, H. D. : "Correlations for Fluid Physical Property Prediction," paper SPE 6719, presented at the 52 nd Annual Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers, of AIME, Denver, Colorado (1977).*

7. *Surbey, D. W., Kelkar, B. G., and Brill, J. P. : "Study of Sub-critical Flow Through Multiple-Orifice Valves," SPE (Feb. 1988) 103-108.*

8. *Vogel, J. V. : "Inflow Performance Relationships for Solution-gas Drive Wells," Trans. AIME (1968)-243.83-92.*

9. *Brown, K. E. : "The Technology of Artificial Lift Methods," Penn Well Publishing Co., Tulsa, (1977), Volume (1).*

10. *Brown, K. E. and Lea, J. F. : "Nodal Systems Analysis of Oil and Gas Wells," JPT (October 1985) p. 1751-1763.*

11. *Mandhane, J. M., Gregory, G. A. and Aziz, K. : "Critical Evaluation of Holdup Prediction Methods for Gas-Liquid Flow in Horizontal Pipes," JPT (Aug. 1975).*

12. *Mandhane, J. M., Gregory, G. A. and Aziz, K. : "A Flow Pattern Map for Gas-Liquid Flow in Horizontal Pipes," Int. J. of Multiphase Flow (1974), 537.*

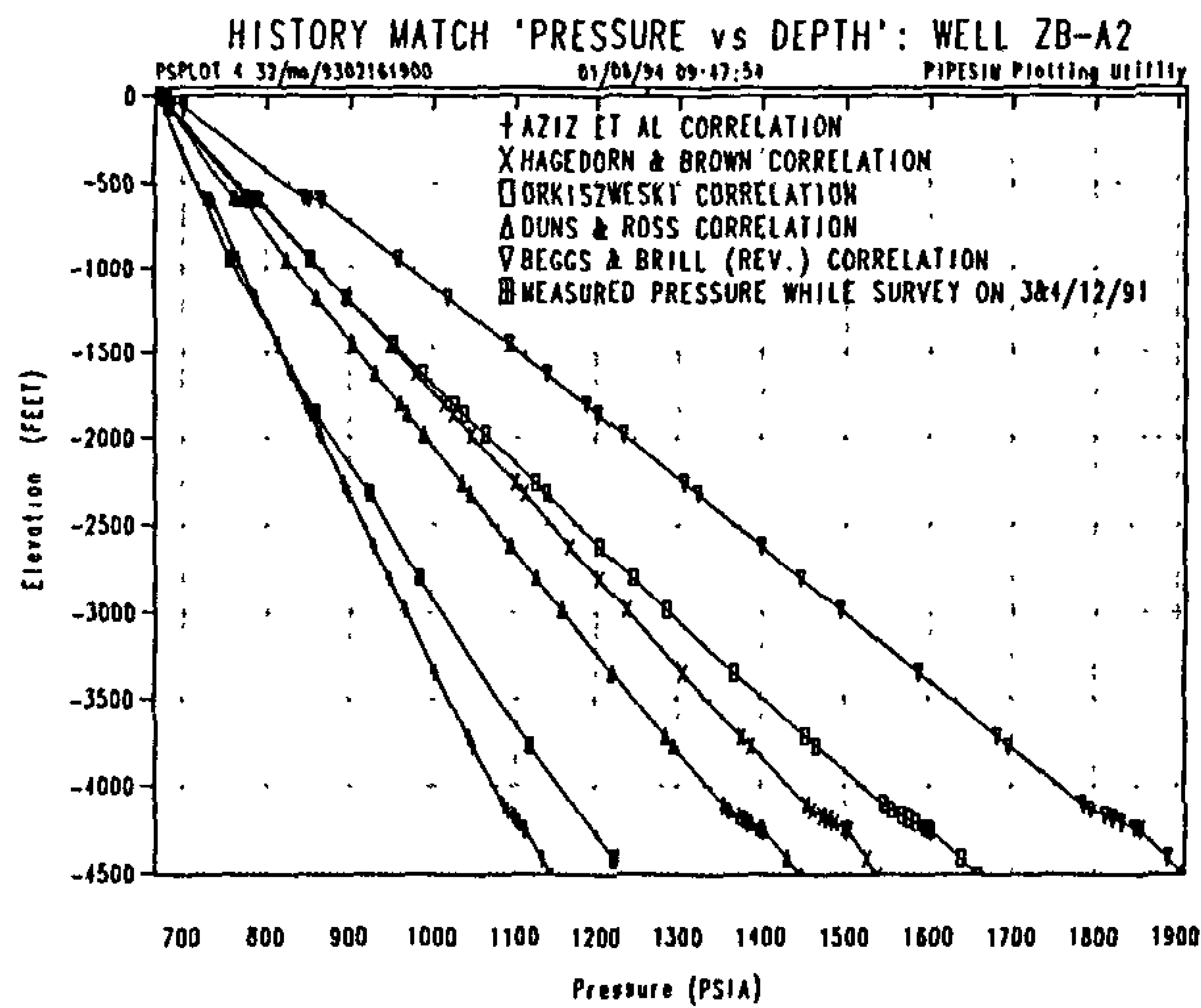


Fig. 5 - History Match : Pressure Vs. Depth.

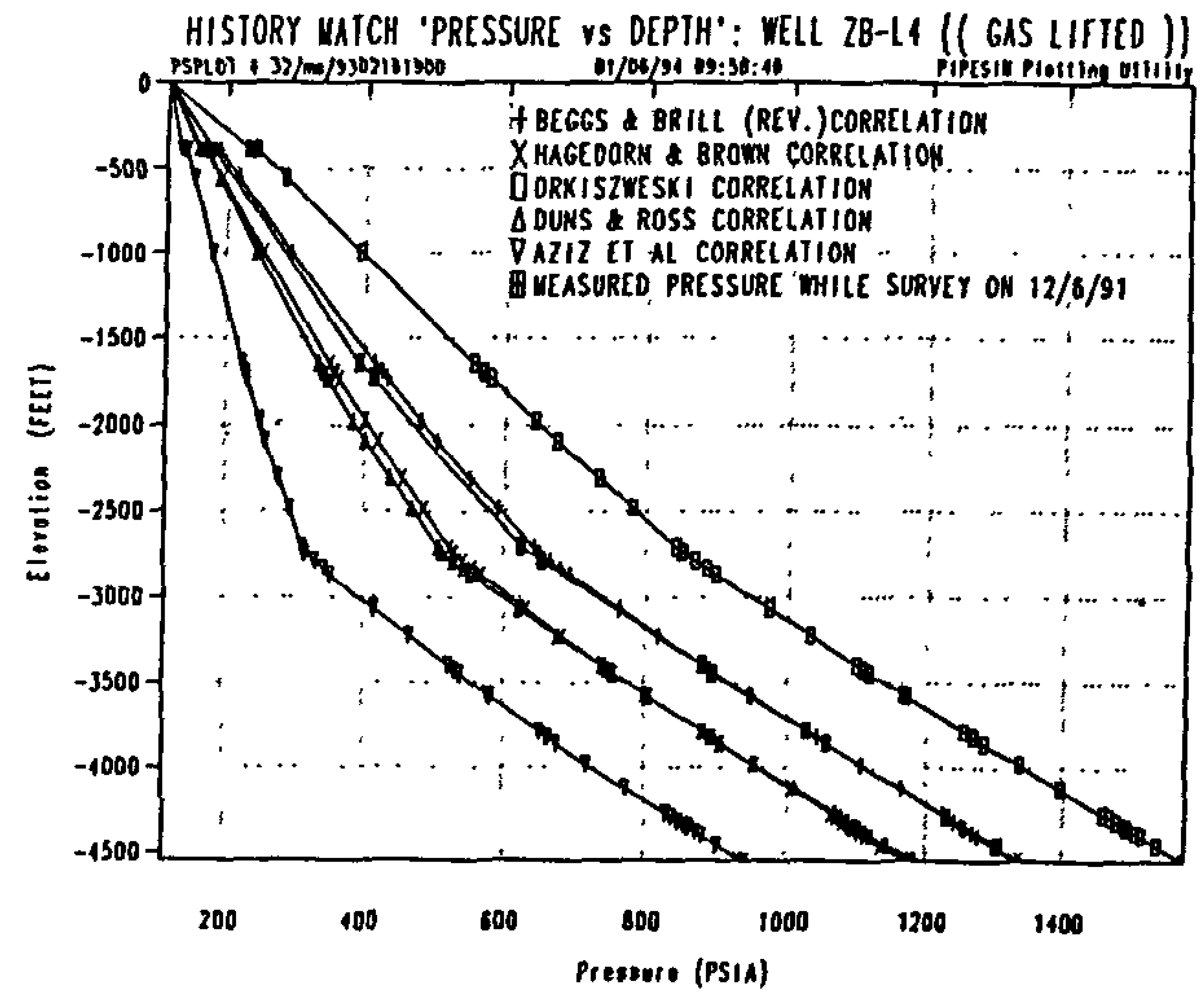


Fig. 6 - History Match : Pressure Vs. Depth.

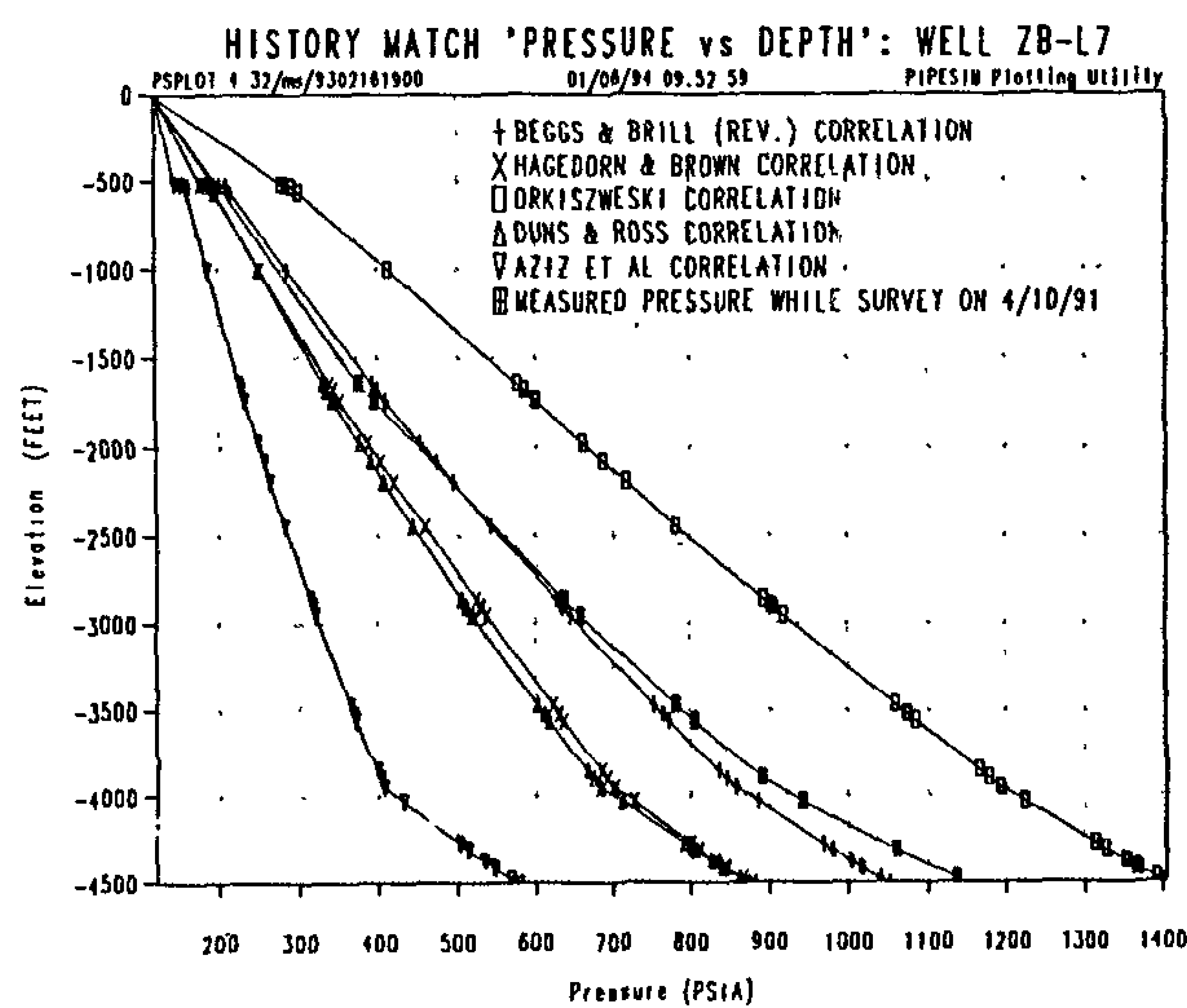


Fig. 7 - History Match : Pressure Vs. Depth.

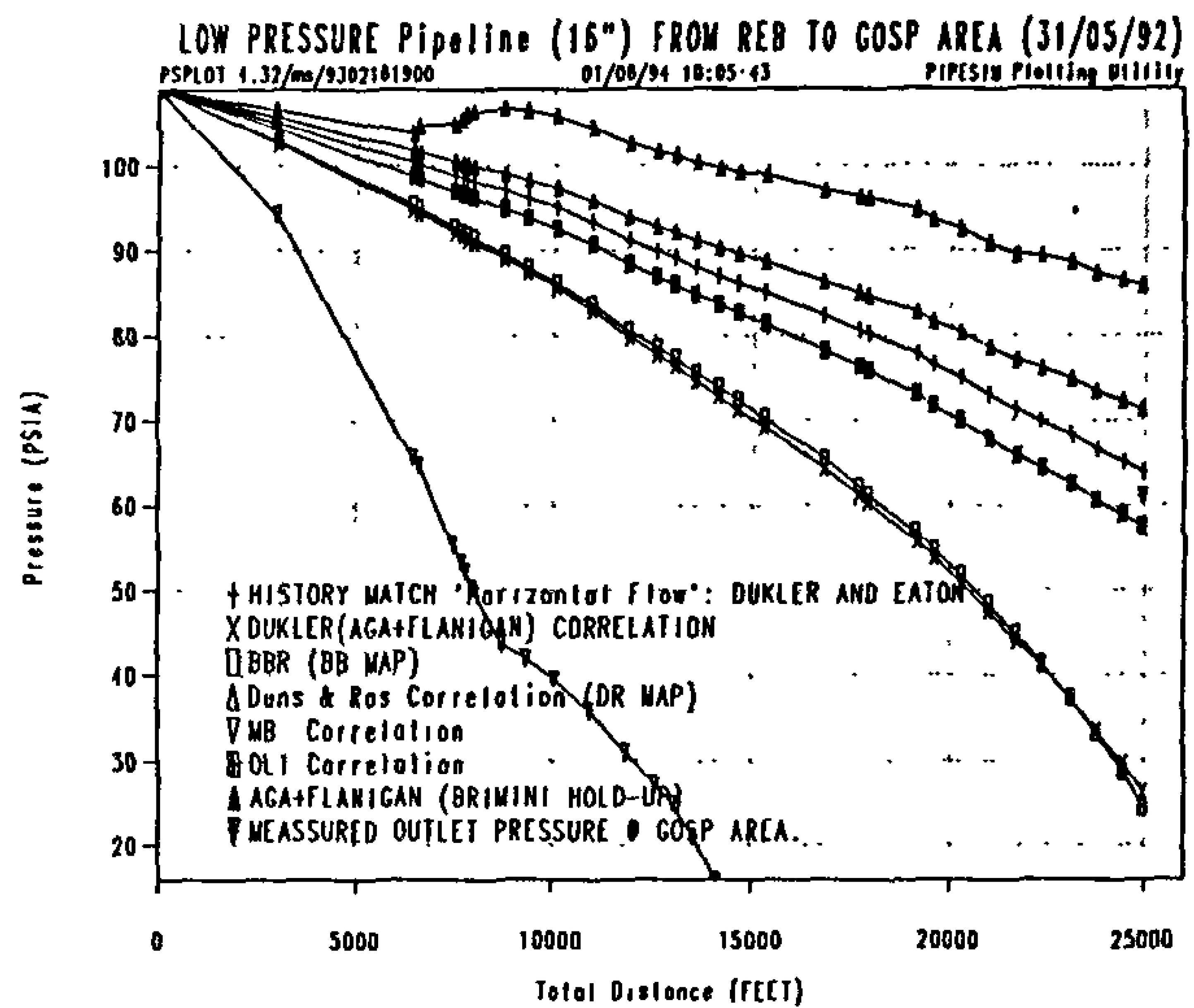


Fig. 8 - History Match : Low Pressure pipeline Performance.

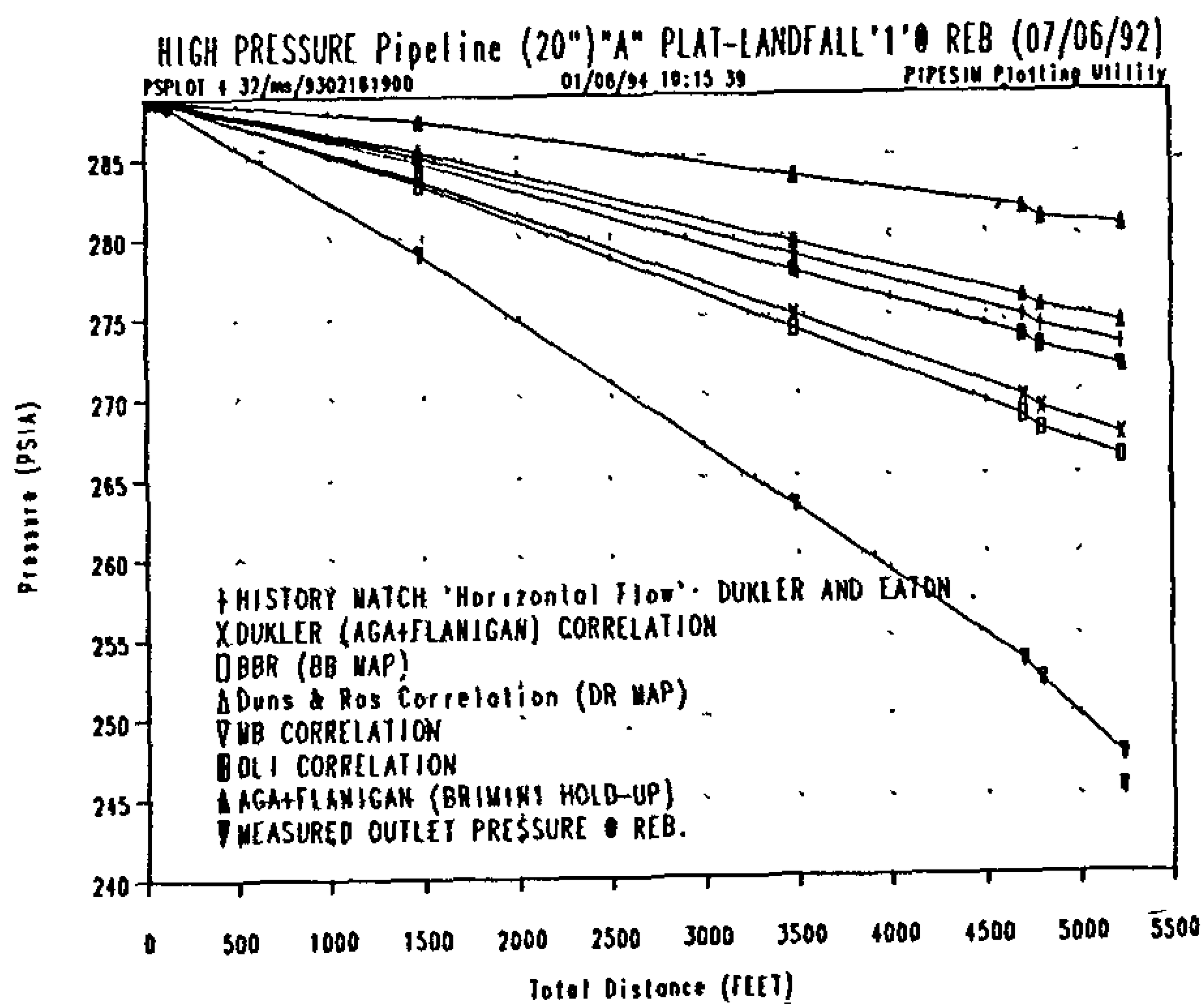


Fig. 9 - History Match : High Pressure pipeline Performance.

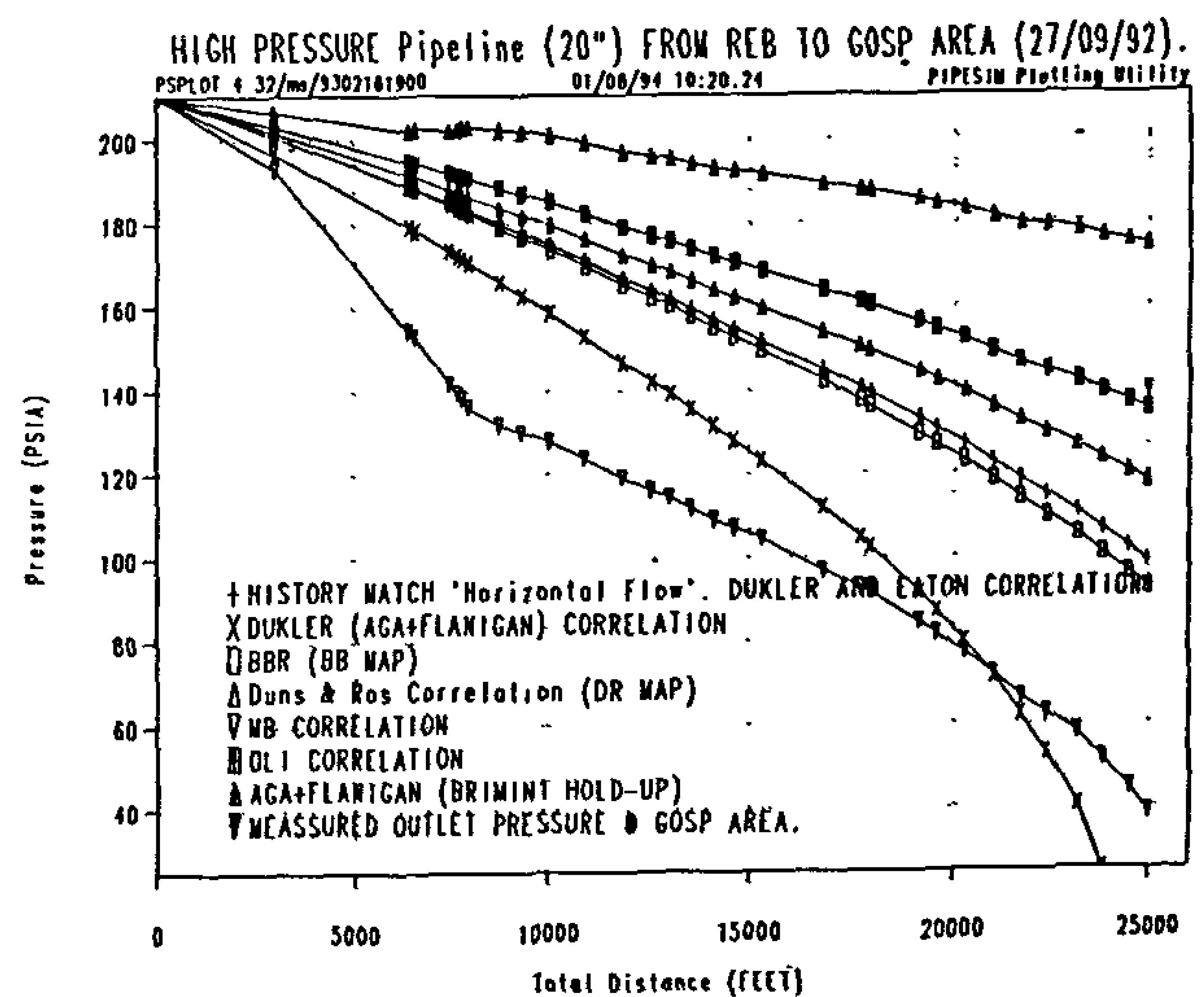


Fig. 10 - History Match : High Pressure pipeline Performance.

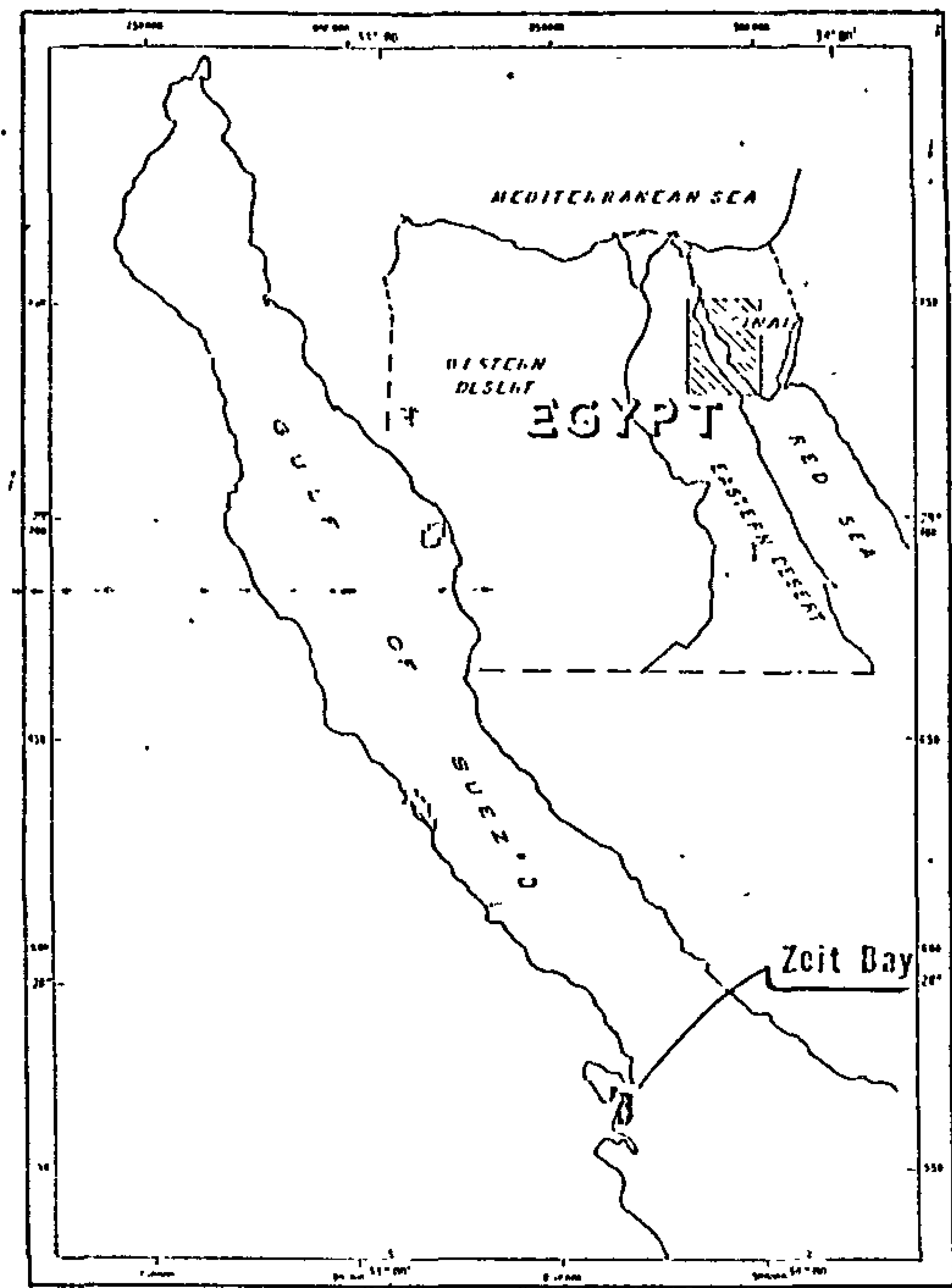


Fig. 1 - Location Map for Zeit Bay Field.

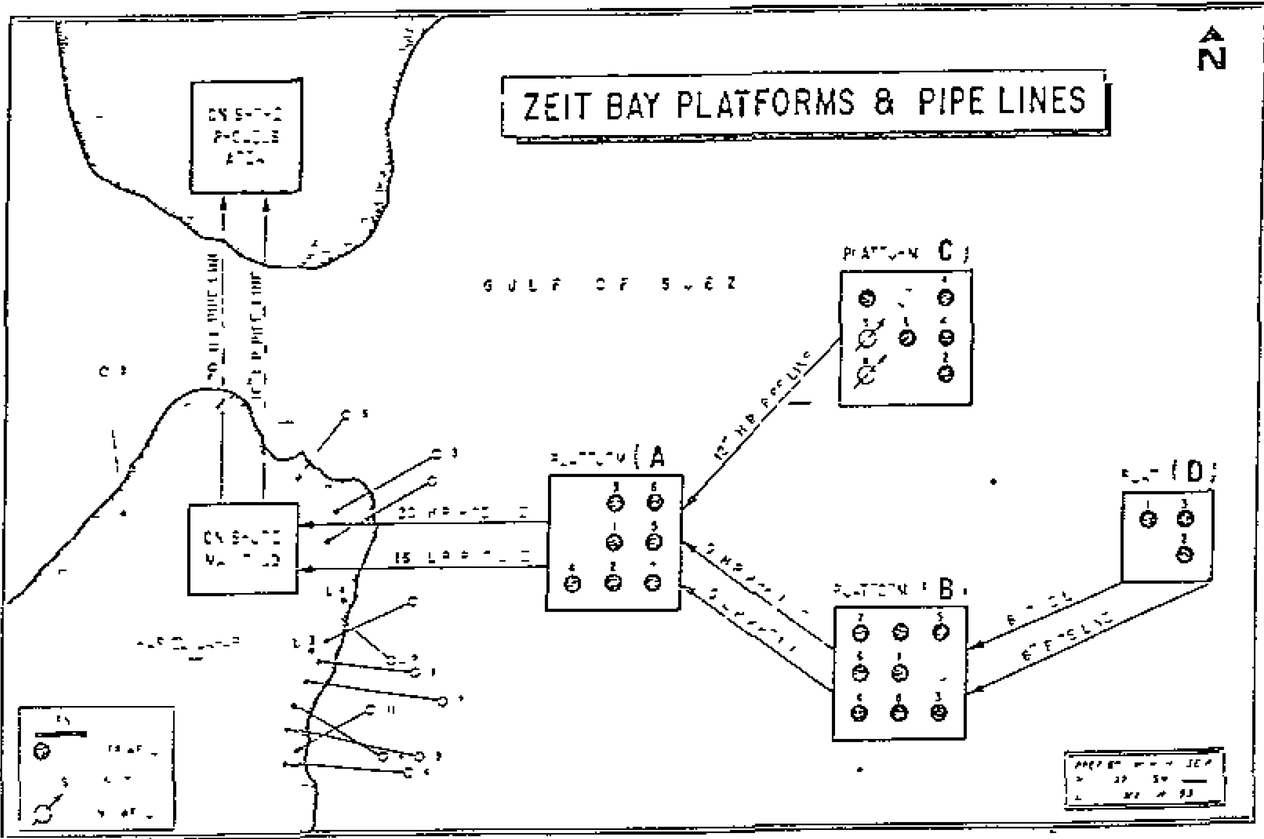


Fig. 2 - Zeit Bay Platforms and Pipelines.

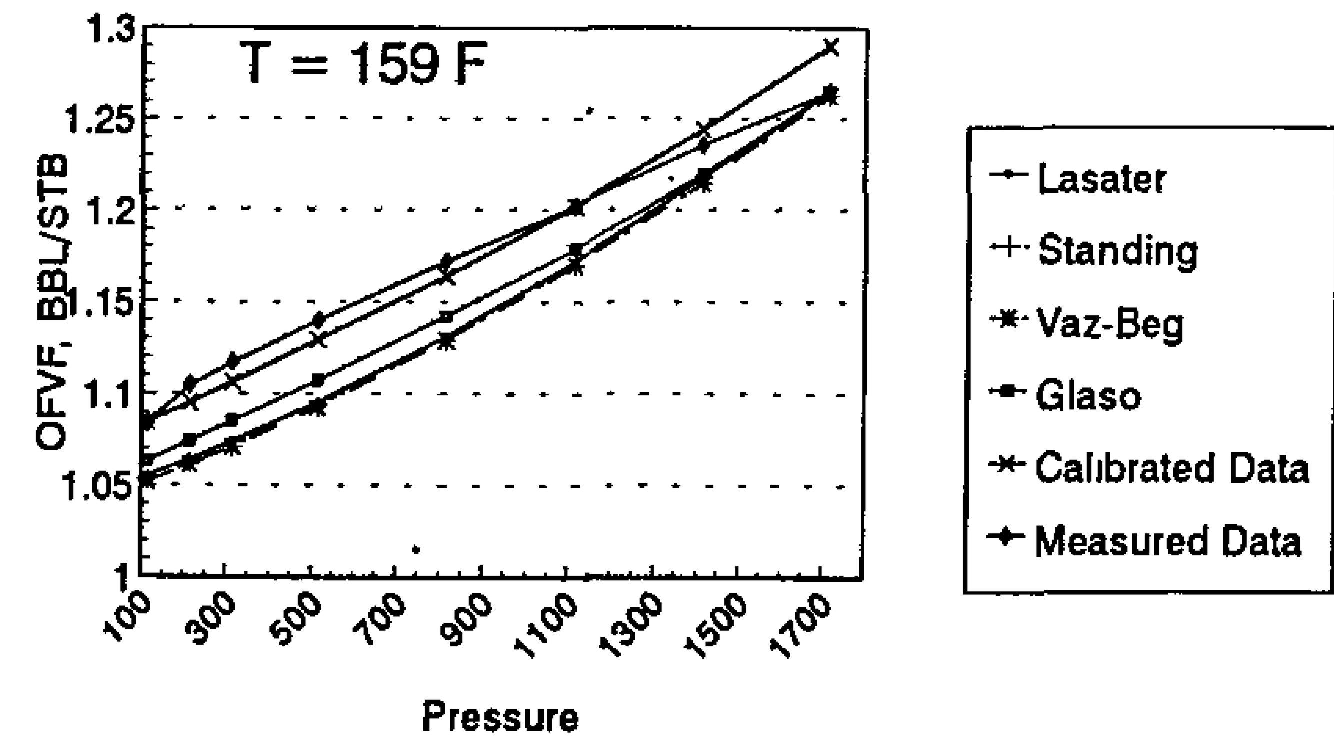


Fig. 3 - Zeit Bay Oil formation Volume Factor Data.

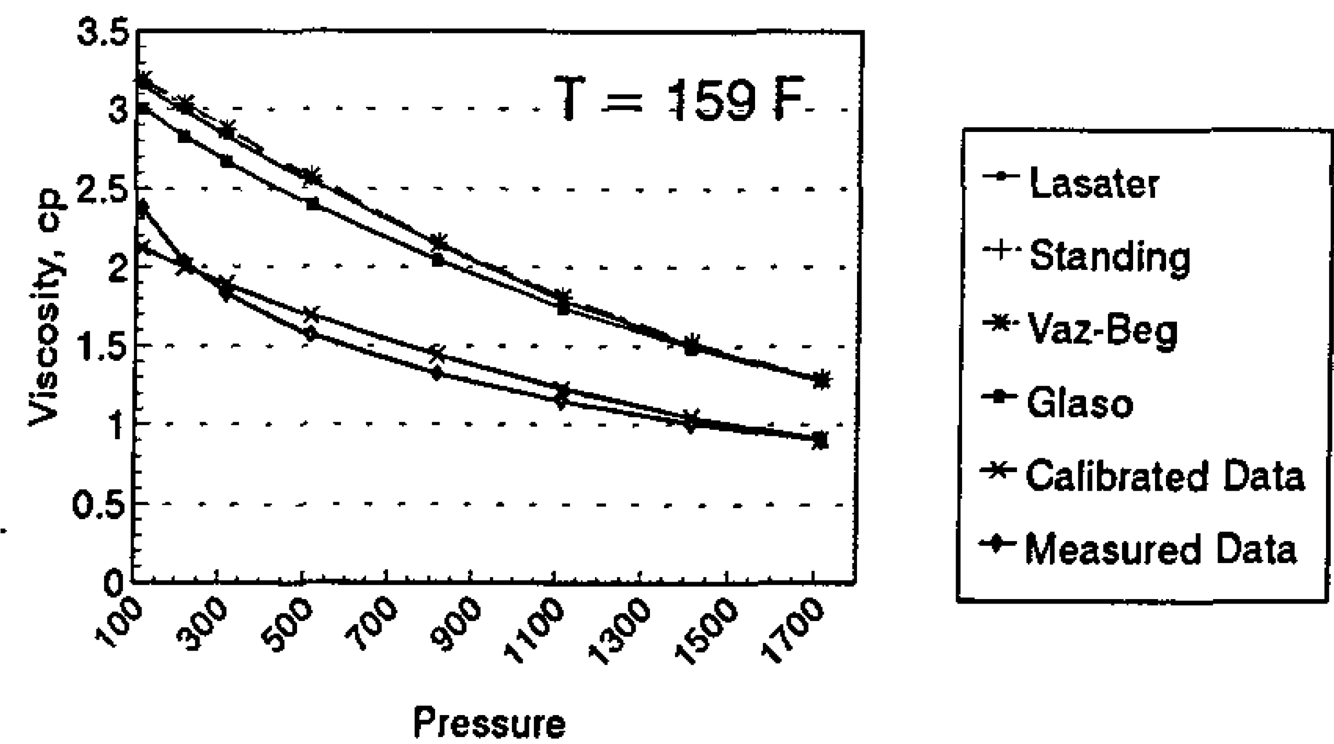


Fig. 4 - Zeit Bay Viscosity Data.

Table 4 - Summary of valid horizontal flow correlation Combinations

PLOSS	HOLDUP	MAP
DR	DR	DR/TD
DKAGAF	DKAGA	TD
DKAGAF	EATON	TD
BBO	BBO/BJA1/BJA2	BB/TD
BBR	BBR/BJA1/BJA2	BB/TD
BJA	BJA1/BJA2/EATON	TD
BJA1	BJA1/BJA2/EATON	TD
MB	MB	MB
HB	HB	BB/DR/BJA
OLI	BJA1/BJA2/EATON	TD
Any	BRIMIN1	Any
Any	BRIMIN2	Any
NOSLIP	NOSLIP	NOSLIP

Index of Abbreviations

DR = Duns & Ros
BBR = Beggs & Brill (Revised) BBO = Beggs & Brill (Original)
BJA2 = Revised BJA holdup correlation BJA1 = BJA correlation
MB = Mukherjee & Brill OLI = Oliemans Correlation
TD = Taitel Dukler NOSLIP = No Slip Assumption
DKAGAF = (AGA + Flanigan) DKAGA = Dukler (AGA)
BRIMIN 1 or 2 = Brill & Minami Holdup Correlation HBO = Hagedorn & Brown (Original)
HB = Hagedorn & Brown (Revised)

Table 5 - Net oil production rates comparison between network model calculation and measured values for high pressure system.

Date	NW,bold	A,bold	CE,bold	CE,%	AE,bold	AE,%
31/5,3	19,183	19,465	-282	-1.4	1,703	8.7
7/6,4	20,374	20,468	-94	-0.5	2,135	10.0
13/6	19,448	20,351	-903	4.4	1,939	9.5
21/6	19,326	20,151	-825	-4.0	2,135	10.0
3/8	20,983	21,616	-633	-2.9	1,722	8.0
23/8	24,778	25,049	-271	-1.1	2,827	11.3
27/9	17,750	16,608	1142	6.8	2,232	13.0
2/11	19,636	20,137	-501	-2.5	1,808	8.9
Ave.	20,185	20,481	-296	-1.44	2,063	10.0

Table 6 - Net oil production rates comparison between network model calculation and measured values for low pressure system.

Date	NW,bold	A,bold	CE,bold	CE,%	AE,bold	AE,%
31/5,2	7,973	8,109	-136	-1.7	920	11.3
7/6,1	8,163	8,053	110	1.4	1,058	13.0
13/6	8,163	8,053	110	1.4	1,058	13.0
21/6	8,035	8,006	29	0.4	951	12.0
3/8	7,075	6,767	308	4.5	748	11.0
23/8	7,075	6,767	308	4.5	748	11.0
27/9	9,153	9,290	-137	-1.4	963	10.4
2/11	10,583	9,802	781	7.9	1,141	11.6
Ave.	8,278	8,106	172	2.1	948	11.7

Table 7 - Net oil production rates comparison between network model calculation and measured values for Zeit Bay field

Date	NW,bold	A,bold	CE,bold	CE,%	AE,bold	AE,%
31/5,3	27,156	27,574	-418	-1.5	2,623	9.5
7/6,4	28,537	28,521	16	0.05	3,193	11.0
13/6	27,611	28,404	-793	-2.8	2,997	10.5
21/6	27,361	28,157	-796	-2.8	3,086	11.0
3/8	28,058	28,383	-325	-1.1	2,470	8.7
23/8	31,853	31,816	37	0.1	3,575	11.2
27/9	26,903	25,898	1005	3.9	3,195	12.3
2/11	30,219	29,939	280	1.0	2,949	9.8
Ave.	28,462	28,585	-125	0.44	3,011	10.5

Legend : -

NW = Network model calculated net oil rate, bold.

A = Actual net oil production rate, bold.

CE = cumulative error, in bold and in % of actual net oil production rate.

AE = absolute error, in bold and in % of actual net oil production rate.

Table 1 Summary of valid vertical flow correlation combinations

PLOSS	HOLDUP	MAP
DR	DR	DR/TD
DR	DR	DR/TD
BBO	BBO	BB/TD
BBR	BBR	BB/TD
ORK	ORK	ORK
GA	GA	GA
HB	HB	BB/DR/BJA
HBO	HBO	BB/DR/BJA
BJA	BJA1/BJA2	TD
MB	MB	MB
Any	BRIMIN1	Any
Any	BRIMIN2	Any
NOSLIP	NOSLIP	NOSLIP

Index of Abbreviations

DR = Duns & Ros

BJA = Baker Jardine and Associates

HBO = Hagedorn & Brown (Original)

BJA1 = Original BJA holdup correlation

TD = Taitel Dukler

BjA2 = Revised BJA holdup correlation

ORK = Orkiszewski

BRIMIN 1 or 2 = Brill & Minami Holdup Correlation

GA = Govier and Aziz and Forgassi

MB = Mukherjee & Brill

BBO = Beggs & Brill Original

BBR = Beggs & Brill Revised

Table 2. A Preliminary well performance history matching for Zeit Bay wells

Well Number	Best Correlation (%error)	%Error	2nd Best Correlation	%Error	Pressure survey Used In Match
A1	ORK	1.1	AZIZ	-32.4	Single Point
A2	AZIZ	-7.5	DR	41.0	Multi-Point
A3	BBR	4.0	DR	-5.2	Multi-Point
A6	AZIZ	0.0	HBR	7.0	Multi-Point
A7	ORK	4.2	AZIZ	-25.0	Single Point
—					
B1	BBR	-4.5	DR	-7.0	Multi-Point
B2	AZIZ	-5.0	DR	5.0	Multi-Point
B3	ORK	-3.8	BBR	-14.0	Single Point
B4	AZIZ	-1.1	HBR	7.0	Single Point
B6	AZIZ	6.3	BBR	5.5	Multi-Point
B7	AZIZ	2.9	DR	-8.0	Single Point
B8	BBR	-4.0	DR	-12.0	Single Point
—					
D1	AZIZ	-5.0	ORK	19.0	Multi Point
D3	—	—	—	—	No Survey

Table 2. B Preliminary Well Performance History Matching for Zeit Bay Wells (Continued)

Well Number	Best Correlation (%error)	% Error	2nd Best Correlation	% Error	Pressure Survey Used In Match
C1	AZIZ	-5.0	BBR	-7.0	Multi Point
C2	HBR	-2.5	ORK	7.0	Single Point
C3	ORK	1.8	AZIZ	2.0	Single Point
C4	AZIZ	-4.0	ORK	18.0	Single Point
C5	DR	0.0	BBR	-3.3	Single Point
—					
L3	AZIZ	-14.0	BBR	-20.0	Single Point
L4	BBR	3.0	HBR	-17.0	Multi-Point
L7	BBR	-11.0	HBR	-17.0	Multi-Point
L9	DR	-7.0	BBR	-9.0	Multi-Point
L10	DR	-7.0	BBR	-9.0	Multi-Point
L12	BBR	-4.3	DR	-7.5	Single Point
L13	BBR	3.0	DR	-7.0	Multi Point

Table 3. A - Zeit Bay well grouping according to different production parameters

Well Number	Final Correlation (%error)	%Error	GLR <1500	GLR >1500	Major Tubing Size	WC <20	20<WC <50	WC >50	Max Deviation Angle	Gross Liq <2000 BLPD	Gross Liq > 2000 BLPD
A1	ORK	1.1		x	3.5-in.	x			11.0	x	
A2	AZIZ	-6.0		x	4.5-in.		x		30.0		x
A6	AZIZ	5.0		x	4.5-in.	x			51.0		x
A7	AZIZ	-3.8		x	4.5-in.		x		20.0		x
B2	AZIZ	-1.0		x	3.5-in.		x		21.0	x	
B4	AZIZ	-1.1		x	3.5-in.	x			43.0		x
B7	AZIZ	1.7	x		4.5-in.		x		27.0	x	
C2	AZIZ	5.5	x		4.5-in.		x		51.0		x
C3	AZIZ	1.7		x	4.5-in.		x		43.0		x
C4	AZIZ	-2.5		x	4.5-in.	x			23.0		x
D1	AZIZ	-5.0		x	4.5-in.	x			45.0		x
D3	AZIZ	.....		x	4.5-in.		x		60.0	x	
L3	AZIZ	-6.4	x		3.5-in.	x			31.0	x	

Table 3. B - Zeit Bay well grouping according to different production parameters (Continued)

Well Number	Final Correlation (%error	% Error	GLR <1500	GLR >1500	Major Tubing Size	WC <20	20< WC <50	WC >50	Max Deviation Angle	Gross Liq <2000 BLPD	Gross Liq >2000 BLPD
A3	BBR	-2.4	x		4.5-in.			x	20.0		x
B1	BBR	-4.5	x		4.5-in.			x	4.0	x	
B3	BBR	3.6	x		4.5-in.	x			27.0	x	
B6	BBR	-3.6	x		3.5-in.			x	26.0		x
B8	BBR	0.4	x		4.5-in.	x			35.0	x	
C1	BBR	-0.1		x	4.5-in.		x		4.0	x	
C5	BBR	0.0	x		4.5-in.	x			31.0		x
L4	BBR	1.0	x		3.5-in.			x	40.0		x
L7	BBR	-6.6	x		3.5-in.			x	20.0		x
L9	BBR	-6.0	x		4.5-in.		x		49.0		x
L10	BBR	-1.0	x		3.5-in.	x			40.0		x
L12	BBR	-2.6	x		3.5-in.	x			20.0		x

Closing in Well B 4

To qualify the excess gas volumes passing through the high pressure pipeline system, Well B4 which produces 913 STB/d with zero water cut and 11.0 MMSCF/day was closed in. This resulted in an increase of the gross liquid rate of the high pressure network system by 188 STB/day with a decrease in net oil production of 400 STB/day. Closing in Well B4 has resulted in the decrease of gas production by 8.7 MMSCF/day (i.e. 12% of the total gas on the high pressure system) and a decrease of 10-15 psi in all manifold pressures. This is shown in Fig. 14.

CONCLUSION

1- Two separate network models for both high and low pressure systems have been constructed and verified against actual total field and individual well performance. The difference in network model calculations of oil flow rate against the actual field production is about 125 STB/D in average, which represents less than 1% variance for the high and low pressure systems together.

2- The flow performance of the Zeit Bay high GLR wells (greater than 1500 SCF/STB) is best modelled using Govier and Aziz multiphase pressure drop correlations.

3- The flow performance of the Zeit Bay low GLR wells (less than 1500 SCF/STB) is best modelled using the revised Beggs and Brill multiphase pressure drop correlations.

4- The flow performance of all Zeit Bay pipelines, with the exception of the high and low pressure pipelines from platform "A" to REB, are best modelled using Olieman's multiphase pressure drop correlation. The performance of the low and high pressure lines "A" to REB are best modelled using Mukherjee and Brill correlation.

5- The few sensitivity runs indicated that the wellhead chokes repersent the main bottleneck in the system. However, the removal of this bottleneck is expected to affect the reservoir performance with an increase in water cut and/or GLR. The choke performance of nine wells out of the 27 wells (A1, A6, B4, B7, C2, C4, D1, D3, and L3) are under critical flow conditions. Consequently, these wells are isolated from any fluctuations downstream of the choke.

6- The effect of excessive gas volumes in the pipelines is minor in comparison to the pressure losses taking place across the chokes.

7- Consideration of the following points should be given for gas lift wells :

a. Gas metering devices should be installed on all gas lift wells.

b. Two potential candidates, wells L4 and L7, can be optimized by deepening the point of injection.

8- The study highlights the requirement for regular flowing pressure/temperature surveys on gas-lift wells and other critical wells.

9- The study emphasizes the requirement for accurate and frequent well testing and a review of well testing techniques taking into account the methods applied in this study to match test separator results and actual oil field production data.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Suco management for their approval to publish this paper.

The comparison between the calculated and the measured oil production rates (shown in Table 5) indicates that the network model is under-predicting measured net oil production by an average value of 290 BOLD (cumulative error % = 1.44) for the eight cases considered during the validation period from 31/5-2/11/1992.

The major gross rate difference between actual and calculated flow rates in the high pressure system comes from well B7. Injection gas through the 1st. gas lift valve resulted in no production from the well. However, injecting the gas through the 2nd. valve resulted in an overestimation of the production rate from well B7 by an amount of 600 STB/D. To resolve this situation, it can be assumed that part of the injected gas is injected through the 1st valve while the rest of the gas is injected through the 2nd. valve. This run will be carried out when a pressure survey is performed to support this assumption.

Low Pressure Network Model Verification

During the period under consideration (31/5/92 to 2/11/92), the system comprised 7 to 9 wells with their production flowing through the 3 low pressure pipelines. The network model was verified on the following dates : 31/5, 7/6, 13/6, 21/6, 6/7, 3/8, 23/8, 27/9 and finally 2/11/92. The following is a brief summary of the procedures followed for network verification on the different dates.

The comparison between the low pressure network model performance and the measured liquid rates, on a well-by-well basis, shows that the model performance is approaching the actual condition with the exception of 2-3 wells (L4, L7, and A7) which are producing with high water cuts. Therefore, the impact of these differences on net oil production was evaluated.

A quantitative comparison between the network model and the actual low pressure system performance is presented in Table 6. As previously discussed, in the previous section, two error criteria were used for evaluating simulated net oil rate deviations from actual values.

A comparison between calculated and measured oil production rates (shown in Table 6) indicates that the network model is over-predicting measured net oil production by an average value of 172 BOLD (cumulative error % = 2.1) for the eight cases considered during the validation period extending between 31/5 and 2/11/1992.

The major contribution to the difference between actual and calculated gross flow rates in the low pressure system comes from wells L4 and L7 (an overestimation of 400 STB/D and 250 STB/D respectively). It is worth noting that the static reservoir pressures used in the network model assume a constant value of 1640 psia (datum). These constant static reservoir pressures lead, after correction from datum to mid perforation, to a higher than the actual low reservoir pressures obtained from pressure surveys for those two wells.

SUMMARY FOR NETWORK MODEL VERIFICATION

To summarize the verification procedures, a comparison between the calculated and the measured net oil production rates for the Zeit Bay field is presented in Table 7. The table indicates that net work model calculations are under-predicting the actual field performance by 125 BOLD as an average during the verification period (cumulative error % = 0.44). The absolute error percentage is nearly 10%. This low error reflects acceptable model validity.

NETWORK MODEL SENSITIVITIES

A limited number of sensitivities were evaluated with an aim of identifying production system bottlenecks (locations of excessive pressure losses). Wellhead chokes are foreseen as the main bottleneck in Zeit Bay production system The presence of excessive gas volumes in the pipelines may also be expected to be responsible for the high pressure drop in transmitting pipelines and consequently its effect on the production rate from different wells should be identified. Two sensitivity will be presented:

Removal of Chokes

All chokes were removed from both high and low pressure wells. Their removal resulted in an increase in the gross production rate from 33,598 to 43,435 STB/day and net oil increase from 19,487 to 26,669 STB/day (i.e. an oil increase of 7, 182 STB/day) for the high pressure system and an increase in the gross production rate from 16,300 to 18,330 STB/day and net oil increase from 10,400 to 11,511 STB/day (i.e. an oil increase of 1111 STB/day) for the low pressure system. The total increase in oil flow rate for the field is 8,293 STB/day. The resultant increase in gas production rate (keeping the GLR constant) is from 73.6 to 113.05 MMSCF/day (i.e. a gas increase of 39.45 MMSCF/day) for the low pressure system and from 13.76 to 16.32 MMSCF/day (i.e. a gas increase of 2.56 MMSCF/day). The total increase in gas flow rate for the field is 42.01 MMSCF/day. This is shown in Figures 12 and 13.

The approach of an integrated network system analysis extends the NODAL ANALYSIS10 methed, for calculating the overall system pressure losses taking into consideration the connection of all wells to the corresponding manifolds and pipelines through to the separator. The overall solution for pressure losses is performed by iterating for pressures and flow rates at all nodes having only tow known vakues, namely; the static reservoir pressure (as source pressure for network wells) and the pressure at the network extremity (1st stage separator). Thus, the integrated production network is treated as a single interactive system through a step-by-step approach which is simple to follow and which is applicable to other fields.

Network Modelling Architecture

The network was constructed using the wells as "sources" which, in turn, feed the manifolds (which may be considered as "junctions") on each platform or at REB. The pipelines connecting the different platforms REB and GOSP are considered as "links" between different junctions. The slug catchers at the GOSP are considered as "sinks" for the high and low pressure network models. ***The network model calculation algorithm is illustrated in Fig (10).***

Network Model Verification

In order to verify the network model, all wells input data files, including the well profile, choke data and reservoir data, have been updated to represent actual field data during the verification period from 31/5/92 to 2/11/92.

The absence of bottom hole pressure surveys following gas lift application as well as the rapid decline in the productivity of some of the wells necessitated the introduction of a number of assumptions to the well input data files to reflect the observed changes which took place after the date of the pressure survey used in the history matching part of the study. The introduced assumptions are limited to changes of the gas lift entry point and the absolute open flow potential (AOFP) of some wells. These parameters have been assumed as diffrerent values until the measured and calculated parameters had been matched. The assumed matched values are then kept unchanged during the verification period.

The reservoir pressure was assumed to have the same value allover the field [1640 psia at datum (4450 TVD-SS)] and converted to mid perforation for each well by using a gradient of 0.32 psi/ft (oil gradient).

The static reservoir pressure for each well and the slug catchers (1st stage separation) pressures for low and high pressure pipelines were the input to all network verification cases with the exception of case 5 on 27/6/1992, where the flow rates were used as an input for the model.

In general, the network model consists of two main separate systems :

1. High pressure network model; and
2. Low pressure network model.

DISCUSSION

High Pressure Network Model Verification

During the period under consideration (31/5/92 to 2/11/92), the system consisted of 15 to 18 wells with the production flowing through the 6 high pressure pipelines. The network model was verified on the following dates : 31/5, 7/6, 13/6, 21/6, 6/7, 3/8, 23/8, 27/9 and finally 2/11/1992. The following is a brief summary of the procedures followed for network verification on the different dates.

The comparison between the high pressure network model performance and the measured liquid rates, on a well-by-well basis, shows that the model performance is matching the actual conditions with the exception of 2-3 wells (B7, A2 and C5) which are producing with high water cuts. Therefore, the impact of these differences on net oil production was evaluated.

A quantitative comparison between the network model and the actual high pressure system performance is presented in Table 5. In this table, two different error measures were used for evaluating rate differences between network model and actual net oil production rates 11,12 These are defined as :

$$e_i = (Q_{ONW} - Q_{OACT})_1 \; ; \; i = 1,2,3,\ldots,n \quad \rightarrow \quad (3)$$

$$CE = \varepsilon_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} e_i \quad \rightarrow \quad (4)$$

$$AE = \varepsilon_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |e_i| \quad \rightarrow \quad (5)$$

where the simple mean error, CE (cumulative error), is a measure of the overall centering or accuracy of the simulated net oil production rates with respect to measured values, since positive and negative errors have a cancelling effect.

The mean absolute error, AE (absolute error), is an arithmetic average of the magnitude of the errors and it measures the lack of precision of the model. Therefore, AE is a better reflection of the individual well inaccuracy as well as of the overall model performance.

throat is below sonic velocity. It may also be defined as a condition when the ratio of the downstream pressure to the upstream pressure is greater than the critical pressure ratio.

Critical flow :

Occurs when the mixture velocity in the choke throat equals the sonic velocity. It may also be defined as a condition when the ratio of the downstream pressure to the upstream pressure equals the critical pressure ratio. Under sub-critical flow conditions, calculation of the choke downstream pressure is easily and satisfactorily performed.

However, the choke downstream pressure calculated in the case of critical flow yields a maximum value rather than a true value. In reality, the downstream pressure under critical flow conditions could assume any lower value since the flow rate is independent of the system downstream pressure. The Multiphase Flow Simulator has defined the supercritical condition as the case in which the pressure ratio is less than the critial pressure ratio. This situation is unrealistic and, therefore, the Multiphase Flow Simulator aborts the iteration in such case. The default critical pressure ratio in the simulator is 0.53 (very close to what Surbey et al7 recommend as a critical-subcritical boundary). This value pervents further calculations downstream of the choke due to the presence of the so-called supercritical flow and, consequently, aborts further calculations. Therefore, a critical pressure ratio was defined equal to 0.4 for most of the wells and 0.3 for a few of them. In order to match the calculated downstream pressure with the actual flow line pressure, the discharge coefficient C_D was changed to match the actual choke performance. The results are tabulated in Table 5.6.

Reservoir Performance

Since the current reservoir pressure is below the bubble point pressure, Vogel's equation 8,9 is used to best represent the Inflow Performance Relationship (IPR) for all wells. The input parameters to the Multiphase Flow Simulator to create the IPR are : the static reservoir pressure (PWSTATIC), absolute open flow potential (AOFP), and a coefficient used in Vogel's equation to adjust the degree of curvature of IPR (PICOEF). The static reservoir pressure (PWSTATIC) has been derived from the pressure survey data of each well as the final shut-in pressure which is then converted to the mid perforation depth using measured static gradient data. The static reservoir pressure data is tabulated in Table 5.6. The other two parameters AOFP and PICOEF are not measured quantities. The value of PICOEF was taken as the default value in the program which is equal to 0.8. To obtain the most representative IPR for each well, the AOFP was changed and the value, which gave the calculated bottom hole flowing pressure, P_{wf}, corresponding to the tested gross liquid flow rate, was the chosen one to represent the AOFP of the well at the time of test.

Pipeline Performance and History Matching

The pipeline system consists of all high and low pressure pipelines from the different platforms up to the REB and finally to the GOSP. All pipeline profiles are divided into a number of nodes in a similar way to that used for the vertical sections of the Zeit Bay wells. The reference point for all elevation and distance calculations was selected to be the mean sea level point at the production manifold. The pressure data used in history matching was taken from field measurements carried out during the period 31/5/92 to 27/9/92. The Multiphase Flow Simulator provides a number of different correlations for calculating pressure losses, holdup, and flow regimes in horizontal flow. These correlations are summarized in Table 4. All correlations have been preliminarily tested against actual pressure survey data. However, only seven correlations were used for the detailed pipeline performance history macthing part of the study. Having specified the correlations to be used in the pipeline performance history match part of the study, the pressure losses along the pipelines were calculated. The various correlations were evaluated by calculating the percentage error in the same way as used for the Zeit Bay wells. Examples for pipeline history match are shown in Figures 8 through 10. Increasing the absolute roughness, ε has resulted in a better history match by reducing the value of the % error.

It is worth noting that the calculated pressure losses using different correlations underpredict the actual pressure losses in the high and low pressure pipelines from platform A to REB. This may suggest a deposition or an area of restriction in this particular section of the pipeline system. The "A" platform-to-REB. pipeline was found to be best described by Mukherjee & Brill's correlation for both the high and low pressure lines. All other pipelines were found to be best described by Olieman's correlation.

Network Model Construction and Verification

A good description of the individual components of the Zeit Bay production system has been achieved through the performance history matching steps previously described for wells, chokes, reservoirs, and pipelines.

$$K_c = \frac{\text{Measured Property}_{(T,P)}}{\text{Calculated Property}_{(T,P)}} \quad (1)$$

Calibrated Glaso's correlation was then used to compute PVT properties at any pressure and temperature in the current study. Figures 3 and 4 show examples of the above procedures carried out to determine the best correlation to be used.

Well Performance and History Matching

The well profile of each well of the 27 wells used in this study is divided into a number of nodes. Each node represents change in inner diameter (I.D.) or outer diameter (O.D.) of the production string components, deviation angle, the presence of gas-lift mandrels, or change in ambient temperature. The total depth for all wells is taken at the middle of the perforations, which is assumed to represent the well flow entry point. The reference point for all depth and distance calculations is the mean sea level.

Pressure survey data was collected for all wells. It includes 10 multi-point flowing pressure surveys and 15 single-point pressure surveys. The Multiphase Flow Simulator provides a number of different correlations for calculating pressure losses, holdup, and flow regimes in vertical flow. These correlations are summarized in Table (1). All correlations have been preliminarily tested against actual pressure survey data. However, only five correlations were used for the detailed well performance history matching part of the study. Having specified the correlations to be used in the well performance history match part of the study, the pressure losses from the mid-point of perforation up to the wellhead were calculated. The various correlations were evalutaed by calculating the percentage error defined by the following equation:

$$\%\ \text{ERROR} = \frac{(P_{wf\ calc} - P_{wh})}{(P_{wf\ meas} - P_{wf})} \times 100 - 100 \quad (2)$$

where:

$P_{wf\ calc.}$ = Calculated bottom hole flowing pres sure.

$P_{wf\ meas.}$ = Measured bottom hole flowing pres sure.

P_{wh} = Measured wellhead pressure.

The preliminary results of well performance history mactching for all wells are shown in Table (2) which shows the best and second best correlation for each well. The preliminary results are as follows:

- 11 wells were best correlated using Govier & Aziz correlation.
- 7 wells were best correlated using revised Beggs & Brill correlation.
- 4 wells were best correlated using Orkiszewski correlation.
- 3 wells were best correlated using Duns & Ros correlation.
- 1 well was best correlated using revised Hagedorn & Brown correlation.

In order to select the best (or the best two) correlation (s) which can be used to describe the current well performance and predicting future performance when well flowing parameters change, the wells were grouped according to the gross liquid rate, GLR, W.C., deviation angle and tubing size as shown in Table (3).

The results indicated that the GLR can be used as the governing factor in well grouping for pressure drop calculations. Govier and Aziz correlation was found to be best applied to high GLR wells (greator than 1500 SCF/STB) while Beggs and Brill correlation is best applied to low GLR wells (lower than 1500 SCF/STB). The correlations used for the last 8 wells which were best matched using Orkiszewski, Duns and Ros and Hagedorn and Brown correlations, have been found to be easily replaced by Govier & Aziz or the revised Beggs and Brill Correlations without any major %error increase. Only one well, ZB-A1, was found to have a major increase in %error when matched, using Govier & Aziz or revised Beggs & Brill correlations. Increasing the absolute roughness, E, has resulted in a better history match by reducing the value of the %error. Examples of the final results of well performance history matching are shown in Figures 5 through 7.

Choke Performance and History Maching

To simulate the choke performance of all wells, the bottom hole flowing pressure P_{wf}, was first calculated using the actual wellhead pressure, P_{wh}, and the selected vertical pressure drop correlation as described in the previous section. The nodes representing the choke section were then included in the well input data file. The model was then run with the previously calculated P_{wf} as an input. The calculated pressure ratio across the choke is then compared with the actual field data. In general, the flow character across the choke fits into, to two main groups :

Sub-critical flow :

Occurs when the mixture velocity in the choke

production system often plays just as essential a prat as reservoir considerations in arriving at a final development plan (production scheme).

Given the usual parameter uncertainties regarding future well performance and future trends in production (e.g. gas-oil ratio (GOR) and water cut), Flexibility studies and sensitivity analysis to such uncertainties of any production plan become key issues. Therefore, a need was felt for an approach which can treat the overall production system as an integrated system.

ZEIT BAY FIELD AND FACILITIES AND NETWORK DESCRIPTION

Zeit Bay field is a NW-SE trending structure comprising of both clastic and carbonate rocks overlaying a tilted block of granitic basement. It measures 2.5 4.5 Km in size and is situated at the SW corner of the Gulf of Suez Fig. (1). The main part of the field lies offshore with a small part of the field extending onshore under the Ras El-Bahar Peninsula. The field was discovered in 1981 by the drilling of well QQ89-1. The total number of wells in ZB field is 37 wells; about 25 of these wells are active producers. Some wells have been shut in due to high water cut and/or high GLR. In addition two wells are utilized for gas injection (a reservoir perssure maintenance program which was started in August 1987). The prouction network for Zeit Bay consists of two separate systems:

1) a high pressure system; and

2) a low pressure system.

Fig. (2) represents the flow from the different platforms to the slug catchers through the high and low pressure pipeline systems. The produced fluids, from four offshore platforms, are transmitted through a high and low pressure network pipeline system to Ras El Bahar (REB) peninsula. At Ras El Bahar, the production from land wells joins the offshore produced fluids and the total production is transmitted through REB area, across Zeit Bay, and finally through Zeit Bay peninsula to the gas/oil separation plant. Both high and low pressure feeds enter slug catchers where the first stage of gas/oil separation takes place. The crude from each slug catcher is further subjected to a second stage of gas/oil separation and finally is passed through atmospheric separators. Some separation of formation water also takes place in the last two separators. The degassed and partially dehydrated crude is then pumped through dehydration desaltaion plant; then the crude product is cooled and sent to storage tanks. Condensates are extracted from the wet gas in the processing plant and the dry gas is subsequently compressed and piped back via 8-in pipeline to the gas injectors with a branch line transmitting the lift gas to wells on platform C.

NETWORK MODEL DEVELOPMENT

The development of the network model for integrated production system is achieved by accurate description of each component within the production system to simulate and match measured data across the field under study. Through the selection and application of proper correlations for each component in the production network, the validity and hence all subsequent optimization work will be greatly improved. To optimize the system effectively, each component must be evaluated separately and then as in connection with other components, in order to evaluate the entire well producing system.

The network model is constructed through accurately modelling the following:

1) Reservoir fluid properties.

2) Well performance.

3) Choke performance.

4) Reservoir performance.

5) Pipeline performance.

Reservoir Fluid Properties

Reservoir fluid properties play an important role in calculating pressure drop in well-bores, flowlines, and transmitting pipelines in single and multiphase flow. It is necessary to obtain numerical values for fluid properties such as oil formation volume factor BO gas solubility Rs,Z- factor, as well as μo and μg, oil and gas viscosities. These parameters may be obtained from laboratory PVT analysis, but often it is necessary to estimate them, especially at temperatures different from reservoir temperature. In the current study, the PVT properties were calculated based on a previous development study of Zeit Bay field carried out by Shell Exploration and Porduction BV[2]. The different PVT properties at reservoir temperature were compared with the PVT data calculated from four different PVT correlations; they are: Standing,3 Lasater,4 Glaso,5 and Vasquez-Beggs6 correlations. Glaso's correlation was found to be the best correlation for all PVT parameters. A calibration factor (k_c) was selected for each PVT property to reduce the difference between calculated and measured PVT properties to a minimum value.

CONSTRUCTION OF A NETWORK MODEL FOR AN INTEGRATED PRODUCTION SYSTEM AND APPLICATION TO THE ZEIT BAY FIELD

By

Abdel Waly A. Abdel Waly,* Yasser A. El-Massry,**

Tarek Darwich,* Mohy E. El-Salaly,*

ABSTRACT

Zeit Bay is an oil reservoir situated in the south-west corner of the Gulf of Suez, Egypt, containing both naturally and artificially lifted wells with pressure maintenance by gas injection. The field had been producing since December 1983. The total number of wells in Zeit Bay Field is 37; about 25 of those wells are active producers, producing from four well-head platforms and from a land gathering station. The produced fluid from the four well-head platforms flows through a pipeline system to shore with separate high and low pressure flowline networks. At the Ras El-Bahar peninsula those flowlines join the land wells, and the total field production is transmitted through the Ras El-Bahar area across Zeit Bay and the Zeit Bay peninsula to the Gas/Oil separation plant (GOSP).

This paper describes a network model for the Zeit Bay Field that simulates the combined performance of the reservoir, production wells, chokes, flowlines and transmitting pipelines. The approach of an integrated production network system is employed which is based upon a nodal analysis methodolgy. The integrated production network system analysis is performed by calculating the overall system pressure losses from the reservoir through the production tubing production manifolds and pipelines to the separator. The complete solution for pressure losses is calculated by iterating for pressures and flow rates at all the defined nodes having only two known values : the reservoir and separator pressures. The integrated production network has been treated as a single interactive model through the application of the appropriate multi-phase flow correlation (s) which best simulates the performance of each component within the production system in a step by step approach which is simple to follow and applicable to other fields.

Sensitivity runs were performed on the constructed validated network model indicating that the wellhead chokes represent the main bottleneck in the system. By comparison, the reduction of produced gas volumes in the pipelines has a minor effect compared to the pressure losses taking place across the chokes. The removal of this bottleneck, however, adversely effects the reservoir performance with an increase in water cut and/or GLR. The effect of adding new producer (s) and/or switching wells between high and low pressure networks can be readily evaluated taking into consideration the impact on other producers connected to the same network.

The model has also been used as a comprehensive tool for production optimization and to assist in the reservoir management of the field on decisions regarding the closing-in/opening of high GOR wells, the placement of additional wells on gas lift to-gether with decisions on additional flowlines. The model is currently used and updated on a routine basis in order to make operational and/or development decisions for the field.

INTRODUCTION

The analysis of multiphase flow, from the reservoir through the well conduit, choke, and flowline to the first stage separator, is a major component of field production optimization. Too often, production system performance is merely considered as fixed input to a reservoir model. In practice, in addition to its direct influence on well completion, flowlines, and production facilities, the analysis of pressure losses in

* Cairo University.
** Suez Oil Company.

REFERENCES

1. C. F. Hawkins and J. M. Soden, *"Reliability and Electrical properties of Gate Oxide Shorts in CMOS ICS"*, Proc. International Test Conf., 1986, 443-451.

2. H. H. Amer and E. J. McCluskey, *"Safe and Unsafe Faults in CMOS Exclusive-Or Gates with Gate Oxide Shorts"*, TR 88-8, Center for Reliable Computing, Stanford Un., California, 1988.

3. H. Hao and E. J. McCluskey, *"Resistive Shorts within CMOS Gates"*, Proc. International Test Conf., 1991, 292-301.

4. D. Hodges and H. Jackson, *"Analysis and Design of Digital Integrated Circuits"*, McGraw Hill, 1983.

5. N. Weste and K. Eshraghian, *"Principles of CMOS VLSI Design-A Systems Perspective"*, Addison Wesley, 1985.

6. P. Banerjee and J. Abraham, *"A Multivalued Algebra for Modelling Physical Failures in MOS VLSI Circuits"*, IEEE Trans. on CAD. Vol. 4, No. 3, July 1985, pp. 312-321.

7. K. D. Mandl, *"CMOS VLSI Challenges to Test"*, Proc. International Test Conference-ITC 84, 1984, pp. 642-648.

8. D. P. Siewiorek and R. S. Swarz, *"The Theory and Practice of Reliable System Design"*, Digital Press, 1982.

and the outputs are applied at the inputs of an XOR gate. If the outputs are identical thè XOR gate will produce a 0. If the outputs are complementary, the gate produces a 1 to indicate that an error was detected.

Assume an XOR gate with W/L = 10/2 is used as a comparator. If the short causes the gate to produce any of the output patterns in Table 2, the comparator will produce a 1 when input vector 00 is applied at its inputs. This is a fail-safe circuit (8), i. e., in the presence of a fault from a prescribed set, the circuit produces one of a preferred set of erroneous outputs.

On the other hand, assume an XOR gate is used with W/L = 5/2 for NMOS transistors and 25/2 for PMOS transistors. If the short causes the gate to produce an output pattern as in columns 3 or 5 in Table 4, the comparator will indicate an error before any mismatch occurs at its inputs. The 00 input vector will provoke the short. But if the short causes the gate to produce an output pattern as in columns 4 or 6, the XOR gate will produce a 0 as long as input vectors 00 or 11 are applied at its inputs. If a mismatch occurs, the XOR gate may or may not detect it. If the short is between nodes 1 and 2, and 10 is applied to the XOR gate, the mismatch is not detected and data corruption may result. But if 01 is applied, the mismatch is detected.

4. EFFECT OF CHANNEL WIDTH ON TEST TIME

The minimum test set for a gate based upon a certain fault model is the minimum number of input vectors needed to detect all faults in the model. The smaller the number of test vectors in the minimum test set, the faster the test.

Assume that the fault model for the Mandl XOR gate consists of the two shorts studied in this paper. Looking at the data in Table 2, it can be seen that input vector 11 will detect the two shorts whatever the value of the resistance is. The minimum test set is therefore (11). On the other hand, the study of Table 4 indicates that no single input vector can detect all faults. However, 01 and 10 can detect the two shorts for all values of the resistance of the short. Hence, the minimum test set is (01, 10). In summary, the channel width is one of the factors that determines the size of the minimum test set and consequently the test time.

5. CONCLUSION

It is known that the erroneous behavior of a CMOS gate due to a resistive short depends on the value of the resistance of the short. This paper shows that the channel width also affects the erroneous behavior of the gate. The SPICE program is used to simulate an XOR gate twice; once with W = 10 and L = 2 for both NMOS and PMOS transistors and other time with W = 5, L = 2 for NMOS transistors and W = 25, L = 2 for PMOS transistors. The XOR gate is simulated for several values of the resistance of the short so as to produce all possible erroneous output patterns. The study of these erroneous patterns shows that changing the channel width can cause the XOR gate to produce erroneous 0's instesd of erroneous 1's. This is an important factor to be considered if the XOR gate is used as a compartor in a fault-tolerant system. Erroneous 1's at the output of an active high comparator are safer than erroneous 0's. Furthermore, it has been shown that changing the channel width may increase the number of vectors in the minimum test set from one to two vectors and consequently lengthen the test time.

It is therefore concluded that a SPICE simulation like the one performed in this paper is useful in determining suitable W/L ratios for CMOS gates depending on the application.

This decreases dynamic power dissipation specially if gates are cascaded. On the other hand, the channel width of PMOS transistors may be larger than that of NMOS transistors in order to achieve equal rise and fall times. This is because the mobility of electrons is higher than that of holes. In (4), for example, a NOR gate is shown with W/L= 50/5 in PMOS transistors and W/L= 10/5 in NMOS transistors.

As mentioned in the introduction, the SPICE circuit simulator was used in (2) to study the effect of resistive shorts on several implementations of the XOR gate. In all simulations, the W/L was the same for PMOS and NMOS transistors and was equal to 10/2. The XOR gate was simulated for several values of the resistance of the short so as to produce all possible erroneous output patterns. One of the implementations was an XOR gate from (7). Figure 1 shows the circuit diagram of this XOR gate. In this paper, the Mandl XOR gate will be used in the investigations. The fault set is assumed to consist of only two shorts: a short between nodes 1 and 2 and another short between nodes 4 and 5. Table 1 shows the simulation results for the XOR gate (2). All entries in the table are in volts except resistances of shorts which are in Kohms. Vdd is 5v.

Table 1 - Same W/L for PMOS and NMOS transistors

		Short bet. 1 & 2		Short bet. 4 & 5	
XY	Z	R=1	R=1.2	R=1	R=1.4
0,0	0	4.7	4.4	4.6	3.6
0,5	5	5.0	5.0	0.6	3.8
5,0	5	0.7	3.6	5.0	5.0
5,5	0	0.1	0.1	0.1	0.1

Table 2 has the same data as in Table 1 but every voltage entry is converted to a logic value; any voltage greater than 2. 5v becomes a logic 1 while voltages below 2. 5v become logic O's.

In Tables 1 and 2, column 1 has the vectors applied at the inputs X and Y of the XOR gate. These vectors are applied through two inverters not shown in Figure 1. Column 2 has the correct gate output Z. Columns 3, 4, 5, and 6 have the erroneous output patterns. Note that columns 3 and 5, each has two errors; one error is provoked by an even-parity vector while the other error is provoked by an odd-parity vector. On the other hand, columns 4 and 6, each has one error only, namely an incorrect 1 for input vector 00.

Table 2 - Same W/L - Logic values

		Short bet. 1 & 2		Short bet. 4 & 5	
XY	Z	R=1	R=1.2	R=1	R=1.4
00	0	1	1	1	1
01	1	1	1	0	1
10	1	0	1	1	1
11	0	0	0	0	0

Table 3 shows the simulation results for the Mandl XOR gate with different W/L ratios for PMOS and NMOS transistors. PMOS transistors have W/L= 25/2 while NMOS transistors have W/L=5/2.

Again, Table 4 has the same date as in Table 3 converting voltages into logic values.

Table 3 - Different W/L for PMOS and NMOS transistors

		Short bet. 1 & 2		Short bet. 4 & 5	
XY	Z	R=0.1	R=1.2	R=0.1	R=1.4
0,0	0	4.9	1.1	4.9	0.6
0,5	5	4.9	4.9	0.0	1.4
5,0	5	0.0	1.0	4.9	4.9
5,5	0	0.0	0.0	0.0	0.0

Here also, columns 3 and 5, each has two errors; one for an even-parity vector (00) and the other for an odd-parity vector. Furthermore, columns 4 and 6, each has one error only. But, contrary to the situation in Table 1, columns 4 and 6 both have an incorrect 0 instead of an incorrect 1.

Table 4 - Different W/L - Logic values

		Short bet. 1 & 2		Short bet. 4 & 5	
XY	Z	R=0.1	R=1.2	R=0.1	R=1.4
00	0	1	0	1	0
01	1	1	1	0	0
10	1	0	0	1	1
11	0	0	0	0	0

3. EFFECT OF CHANNEL WIDTH ON COMPARATOR SAFETY

Exclusive-Or gates are sometimes used in fault-tolerant systems as a means of error detection (8). Two identical modules perform the same operations and the outputs are applied at the inputs of an XOR gate. If the outputs are identical the XOR gate will

RELATION BETWEEN CHANNEL WIDTH AND RESISTIVE SHORTS IN LOGIC GATES

By
Hassanein H. Amer*

ABSTRACT

This paper shows that changing the channel width in CMOS logic gates with resistive shorts can produce different erroneous results. In a CMOS logic comparator, decreasing the channel width of PMOS transistors can make the the design fail-safe. Furthermore, varying the width may change the size of the minimum test set and therefore control the test time.

1. INTRODUCTION

Shorts within logic gates have been found to be of the most common failure mechanisms (1). It was shown in (2) that a CMOS gate can produce different output error patterns depending on the resistance of the short. Furthermore, it was proven in (3) that a resistive short can increase propagation delay and exhibit pattern sensitivity. In the two papers mentioned above, the SPICE circuit simulator was used in the analysis. The simulated gates had a specific W/L ratio (4,5). W is the width of the channel while L is its length. In (6), it was shown that the output of a gate in the presence of a short could depend on the strengths of the transistors connected through the short. However, the models developed in this paper could not accommodate resistive shorts.

In this paper, a XOR gate studied in (2) is going to be simulated with different W/L ratios in order to see the effect of changing the channel width W on the error patterns due to resistive shorts. It is shown that changing W causes the failed gate to produce different output error patterns. These different patterns are then studied in the context of comparators in fault-tolerant systems and it is shown that an appropriate change in W may increase the safety of the error-detection process. It is also shown that identical gates with different channel lengths may reguire different production test times.

Section 2 presents the results of the SPICE simulations of an XOR gate with different channel widths in the presence of resistive shorts. Section 3 analyzes the effect of the channel width of a faulty XOR gate when used as a comparator while Section 4 studies the relation between the channel width and the test time of the same faulty XOR gate. Finally, Section 5 presents the conclusion of this research.

2. SPICE SIMULATIONS

In CMOS gates, PMOS and NMOS transistors are sometimes designed with identical channel widths, i. e., with identical W/L ratios (5).

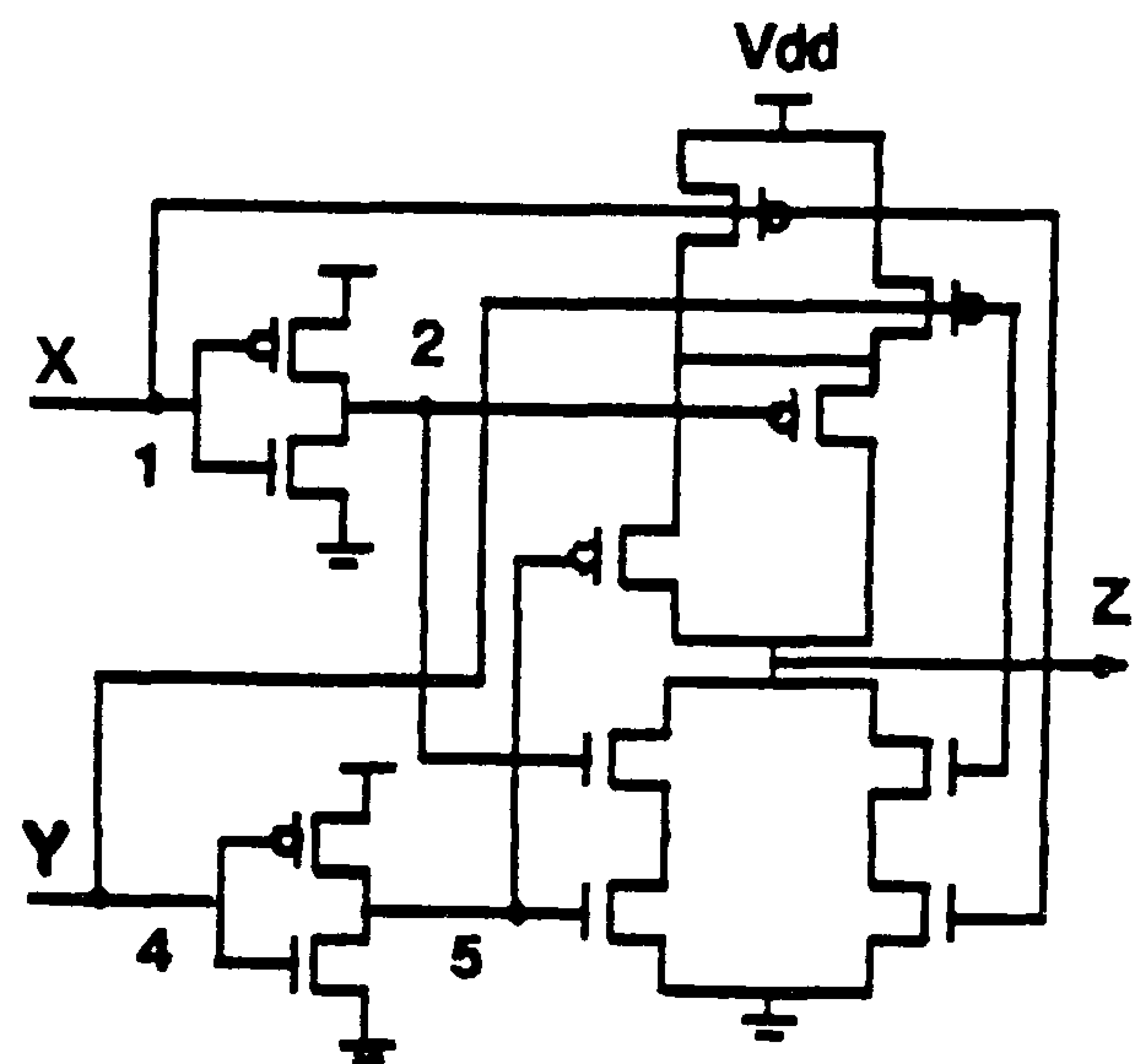


Fig. 1 - Mandl XOR gate

* Assistant Prof., Electronics and Telecom. Dept., Faculty of Engineering, Cairo Un.

3. It is shown that control wellfields are superior to private individual wells in terms of water conservation, pollution control, reliable and sustainable performance.

REFERENCES

1. *Brown & Root Civil, 1993, "Inter-Basin Water Transfer," Ministry of Water Resources, Sultanate of Oman.*

2. *Dames & Moore International, 1993, "Study for the Supply of Potable Water to the City of Salalah from the Nejd, "Final Report, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman.*

3. *Japan International Co-operation Agency (JICA), 1990, "The Study on Master Plan for the Agricultural Development Progress Report (II)," Volume 2, Sultanate of Oman.*

4. *MacDonald, Mott International Ltd., 1991, "Detailed Investigations for the Development of up to*

1,000 Ha of Irrigated Land in the Nejd Region," Interim Report, Sultanate of Oman.

5. *Parker, D. H., 1985, "The Hydrogeology of the Cainozoic Aquifers in the PDO Concession Area, Sultanate of Oman." Vol. 1, Petroleum Development Oman, Sultanate of Oman.*

6. *Quinn, 1986, O., "Regional Hydrogeological Evaluation of the Nejd," Public Authority for Water Resources, Sultanate of Oman.*

4. Control of groundwater pollution from the diesel engines (in case of private wells) as well as salinity which may result from over-exploitation of the aquifer.

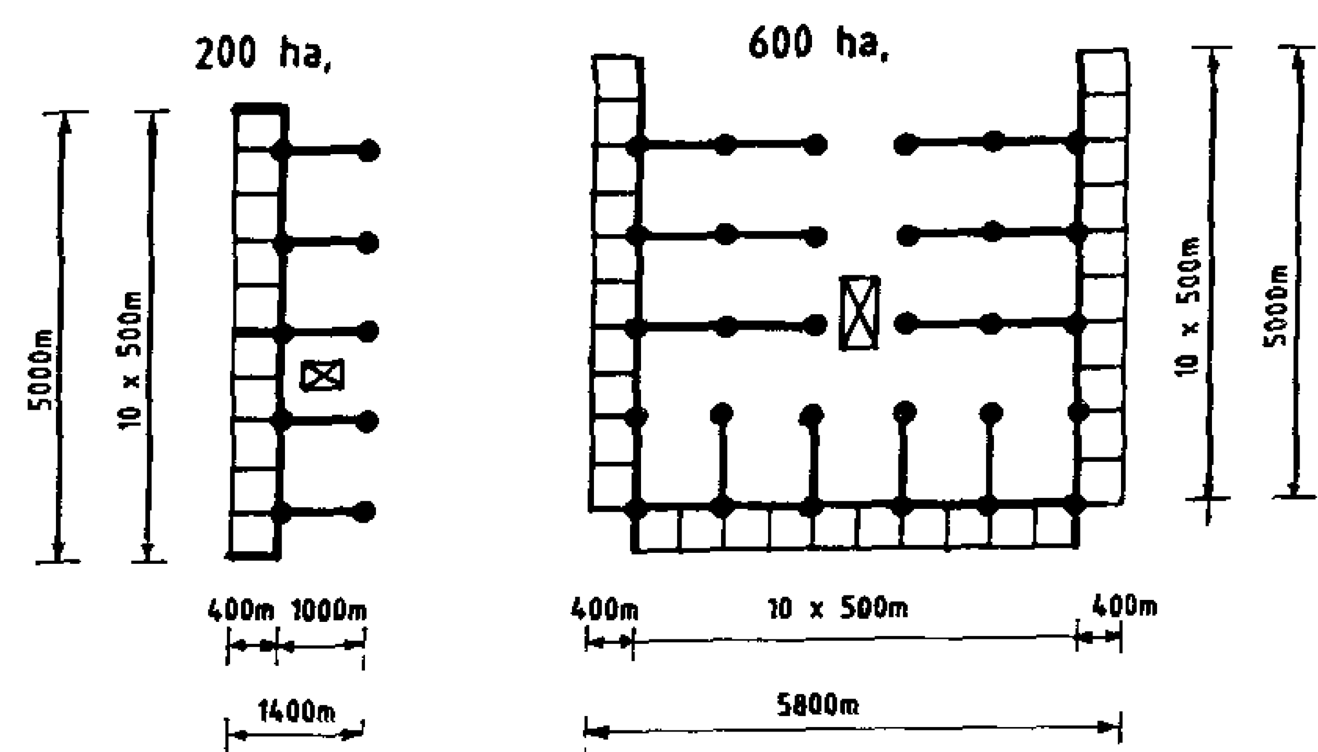
Table 2- Capital cost estimates for central wellfield alternatives

Item	Cost (RO)	
	600 ha	200 ha
Production wells/pumps	1,350,000	450,000
Wellfield pipework	1,050,000	385,000
On farm irrigation	700,000	260,000
Power station and distribution & control room	1,450,000	490,000
Total	4,550,000	1,585,000
Cost/ha	7,585	7,925

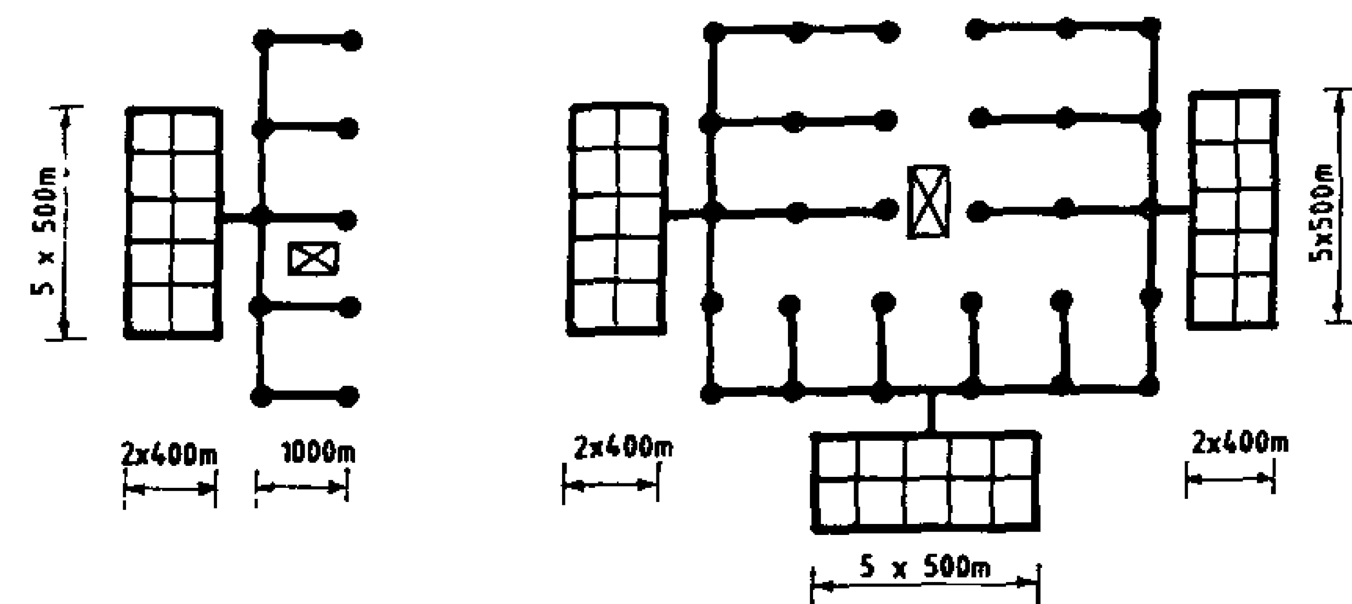
COST RECOVERY

The central wellfield project consists of different components of different life times. The life time of pumps and generators is on the order of 7 years. For wells and farm irrigation system the life time may extend to 15 years. The life time of pipeworks may be assumed on the order of 30 years. In this study the life time of the project is taken 30 years. During this period, pumps and generators will be replaced 4 times, and the wells will be re-drilled and irrigation systems will be replaced 2 times. Therefore, any cost recovery scheme should be for the initial capital cost as well as replacement costs which occur during the project horizon. For central wellfield which supplies 600 ha and assuming the discount rate 6%, the present value of these costs is RO 5,194,447, i.e. RO 8,657/ha. This is equivalent of an annual payment of RO 620/ha, for 30 years time horizon. This annuity will be slightly higher for the other central wellfield which supplies the smaller area of 200 ha. The total annual payment for the system including the O&M costs will be on the order of RO 860/ha. For 10% discount rate, the annual payment will be higher and on the order of RO 1100/ha. However, the financial interest rate in Oman is about 6% and therefore the first estimate is more applicable to the Omani financial market conditions.

As shown earlier in the paper, the net income from Rhodes grass is RO 1700/ha. The net income of the winter crops ranges from 500-1500/ha, depending on the type of crops. Assuming an average value of RO 750 for the winter crops, then the average income per farm is RO 29, 250 or RO 1462/ha. In other words, the farm owner will be capable of affording the annual payment of the central wellfield system and saving more than RO 500/ha.



(a) The First Alternative



(b) The Second Alternative

Power Plant
Production Wells
Pipe Network
Farms boundary

Produced by Information Centre, Reports Scetion, MWR

Fig 3- Alternative layouts for central wellfield agricultural development

CONCLUSION

1. The possible use of central wellfields for agricultural development is addressed. The issues of wellfield design, agricultural water requirements, and financial feasibility are analysed.

2. The concept of public central wellfield systems, to be constructed and operated by the government to supply water and electricity for private farms is analysed. It is found that the capital and O&M costs of central wellfields can be received through service charges to be collected from the farm owners. These charges are found to be within the capability of the farmers as they are significantly less than the agricultural return.

growing Rhodes grass. The farms presently sell almost all their fodder in the local market. Rhodes grass is partly dried and then tied into bales of 12-15 Kg. The price of the bale is typically RO 0.700 - RO 1.100 in the local market, equivalent to about RO 60 per ton. One hectare of land produces 45 tons/year with a gross income on the order of RO 2700/ha. The annual costs of farm machinery amortisation and operation, servicing and repair, and agricultural inputs are RO 400 and RO 150 and RO 450 per hectare, respectively.

CENTRAL WELLFIELDS

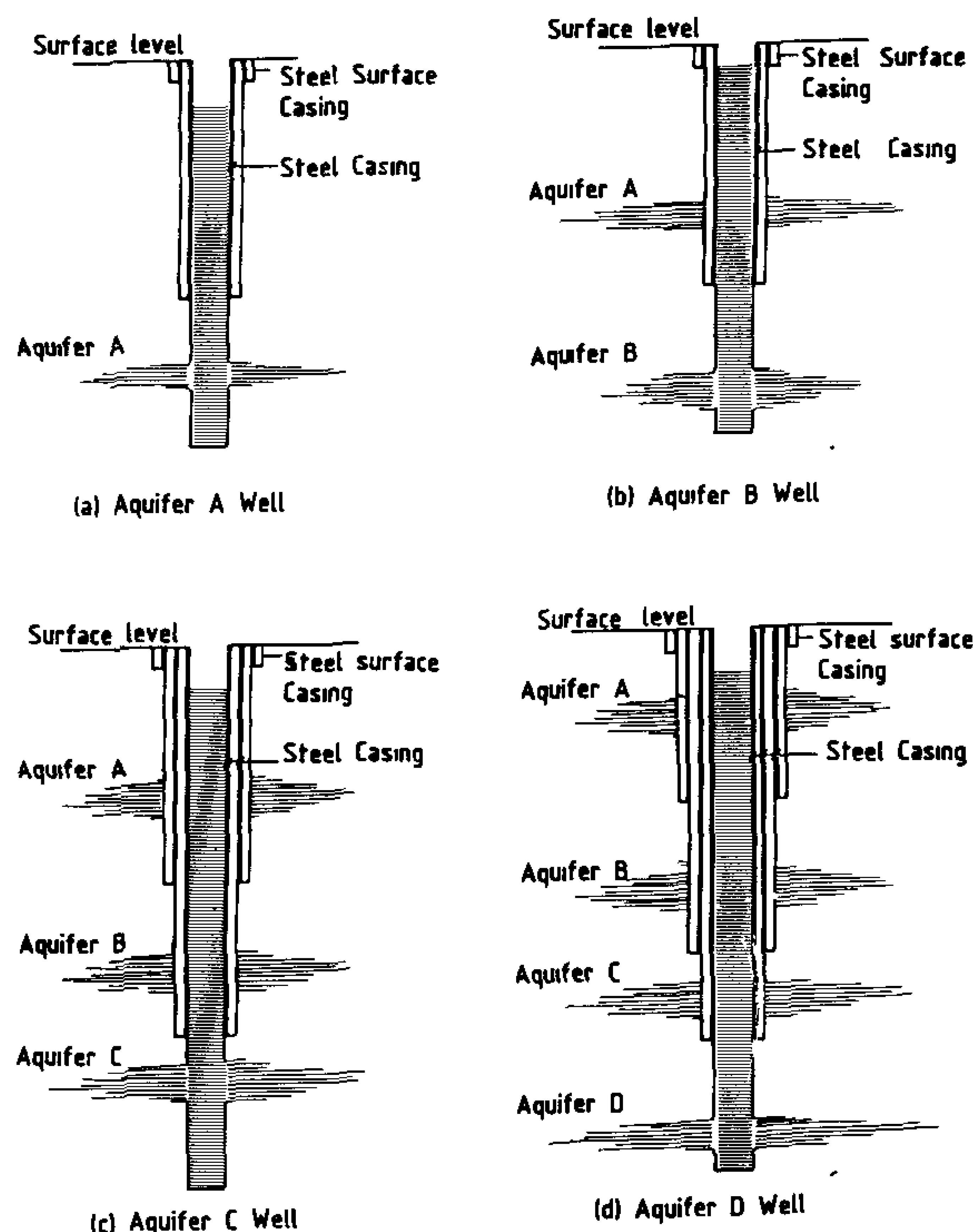
The capital cost for agricultural development in Nejd is relatively high. Given that the abstraction rate is approximately 30 l/s for one well, then one well can meet the peak irrigation requirement of approximately 15 ha of fodders, given that the operation hours of wells are 18 hours per day. The farm size may be taken as 20 ha, assuming that 5 ha can be cultivated with seasonal crops in the winter when water requirement of Rhodes grass is minimum. The cost of well drilling in aquifer C is about RO 27,000 (RO 1 = $ 2.6) and the head works cost including a pump and a generator is about RO 35,000, and cost of pipeworks and a centre pivot is RO 43,000. The sum of the total cost for a 20 ha farm is approximately RO 105,000 i.e. RO 5,250/ha. On the other hand, using one well in such a desert area is risky as any failure may result in a complete damage to the agricultural crops. Adding another well will increase the cost to about RO 8,350/ha. This high cost and risk will probably discourage private companies from investing in agricultural development in Nejd, particularly in its early stages. A solution of this issue is to establish central wellfields to provide the irrigation water for individual farms according to the actual needs. A central wellfield system consists of a wellfield, collection and conveyance pipework, power plant and automatic control unit. The power plant is to supply the wellfield with required power for well operation and also to supply farms with required power for irrigation systems (centre pivots). It is also to provide necessary power for the control room which centrally operates all of the wells according to a predetermined time schedule. Fees can be imposed on these services in such a way that a partial or total recovery of the capital and operation and maintenance (O&R) costs can be achieved.

The design of a system depends on availability of good soil for agriculture, and on size of the agricultural development. For illustration, consider two central wellfields for irrigating two agricultural communities of 600 ha and 200 ha, respectively. Each community consists of individual farms of 20 ha, each. Figure (3) provides different layouts for the central wellfield systems. As shown in the figure that for 600 ha, number of wells is 30 which are enough for meeting the peak water demand of proposed cropping system (fodders and seasonal crops). In case of experiencing failure in one or more wells of the system, given that all wells are connected together, the operation hours of some or all of the wells may increase to cover the resulting water shortage. The figure shows that for each agricultural community (600 &200 ha) there are two main alternatives for central wellfield design. Selection among the two alternatives depends on availability of good soils for agriculture. The first alternative assumes that there is enough good soils in the area of the central wellfield. The second alternative is to convey irrigation water from the central wellfield location to where good soils exist. In order to minimize cost of water transfer the wellfield location should be selected as close as possible to the suitable sites for agricultural development. The figure also shows that spacing between every two wells is kept to be not less than 1000m as specified earlier in the paper.

Cost analysis for the first central wellfield alternative, for each agricultural community is provided in Table (2). The table shows that the cost is about RO 7,500-8,000/ha, of which 30% for production wells, 23% for wellfield pipeworks, 15% for on farm irrigation, and 32% for the power plant and network, and control room. The effect of economy of scale, shown in the table as the unit cost in the 600 ha agricultural community is 5% less than the unit cost of the 200 ha community. The cost of the second alternative which is not presented in the table will be higher and in proportion with the distance of water transfer. As an example, for 1 km of water transfer, the cost increases by RO 200/ha. On the other hand, the operation and maintenance cost will be on the order of 3% of capital cost, or about RO 240/ha.

In addition to the encouragement of private entities to invest in agricultural development, central wellfields have the following advantages on private individual wells:

1. Higher reliability of water supply.
2. Control of water use and hence better conservation of the scarce water resources.
3. Optimum operation and maintenance for sustainable groundwater development.



Produced by Information Centre, Reports Section, MWR

Fig. 2 - Typical schematic design of wells in multi-layer aquifer.

irrigation to over 20% for traditional surface methods were not considered. This assumption is based on a regional viewpoint that deep percolation is available for reuse elsewhere. The same applies for leaching water. Based on these assumptions and the estimates of CWR, IWR was computed equal to 3450mm/year for perennial crops and 1230mm/year for seasonal crops. It is assumed, however, that most of the agricultural development in Nejd will be mainly for fodder crops to satisfy the high demand of the southern city of Salalah. At present, most of the fodder crops are either imported or cultivated in the northern region, approximately 1000 km away from the demand centers in Salalah.

PROPOSED AGRICULTURE DEVELOPMENT

After evaluating the available hydrogeological data of Nejd, Brown and Root (1993) pointed out that no conclusive assessment of the quantity and quality of Nejd groundwater can be made in absence of long term (three years or more) monitoring of pilot groundwater development.

Aquifer C is regarded as the most reliable aquifer in terms of its yield and water quality. The estimated recoverable confined reserve of this aquifer would allow $100x10^6$ m^3 per year to be abstracted for 50 years, which is equivalent to 2500-3000 ha of irrigated agriculture. At present there are 600 ha, and 200 ha of agricultural development in Heelȧt Ar Raqah and Dimeet, respectively. Development of additional 500 ha, 500 ha, 600 ha, and 250 ha in Bin Khawatar, Dawkah, Hanfeet, and Dimeet respectively, is proposed. These locations are shown in Figure (1). Selection of these locations for development was constrained with good soil availability and closeness to the main road of Muscat-Salalah, and the secondary road of Marmul-Salalah. It was also constrained with the necessity of a good spatial distribution of groundwater abstractions. The basic groundwater data for aquifer C at these locations is given in Talbe (1).

Table 1 - Groundwater data of aquifer C at proposed and existing development sites

Location	Depth of Wells (m)	Depth to water table (m)	Production rate (1/s)	Salinity (μS/cm)
Bin Khawatar	300-350	Artesian	40	2000-3000
Dawkah	300-350	Artesian	40	1500-3000
Heelat Ar Raqah	300-400	Artesian	30	1500.2500
Hanfeet	300-400	50	30	1000-2000
Dimeet	350-500	80	25	1500-2500

AGRICULTURAL RETURN

As mentioned above, agricultural development in the Nejd is likely to be based on fodder crops with or without livestock enterprises attached to the farm. The fodder crops best suited to the Nejd environment have proved to be Rhodes grass, panic grass, and sorghum. Winter cropping options are much wider. Grain crops as wheet, maize and barley can be grown as well as seasonal vegetables. However, vegetables which are labour intensive, will not be successful commercially, being so far from the market centres. Grain crops are financially less attractive than forge crops and may be grown as part of a livestock feed program. Most of the existing farms in the Nejd are

available data is much complicated because of the non-radial flow behavior of the aquifer. Analysis of water samples from aquifer C shows that the electrical conductivity ranges from 2000 to 4000 $\mu s/cm$ and is characterized by a marked decline in EC with depth. There is no enough information about the change in salinity with time. For aquifer C. fluoride concentration is 5 mg/1. Also concentrations of magnesium, chloride and sulphate for aquifer C are also relatively higher than international drinking water standards, but water is still good for agricultural development.

GROUNDWATER RESERVES AND WELLFIELD DESIGN PARAMETERS

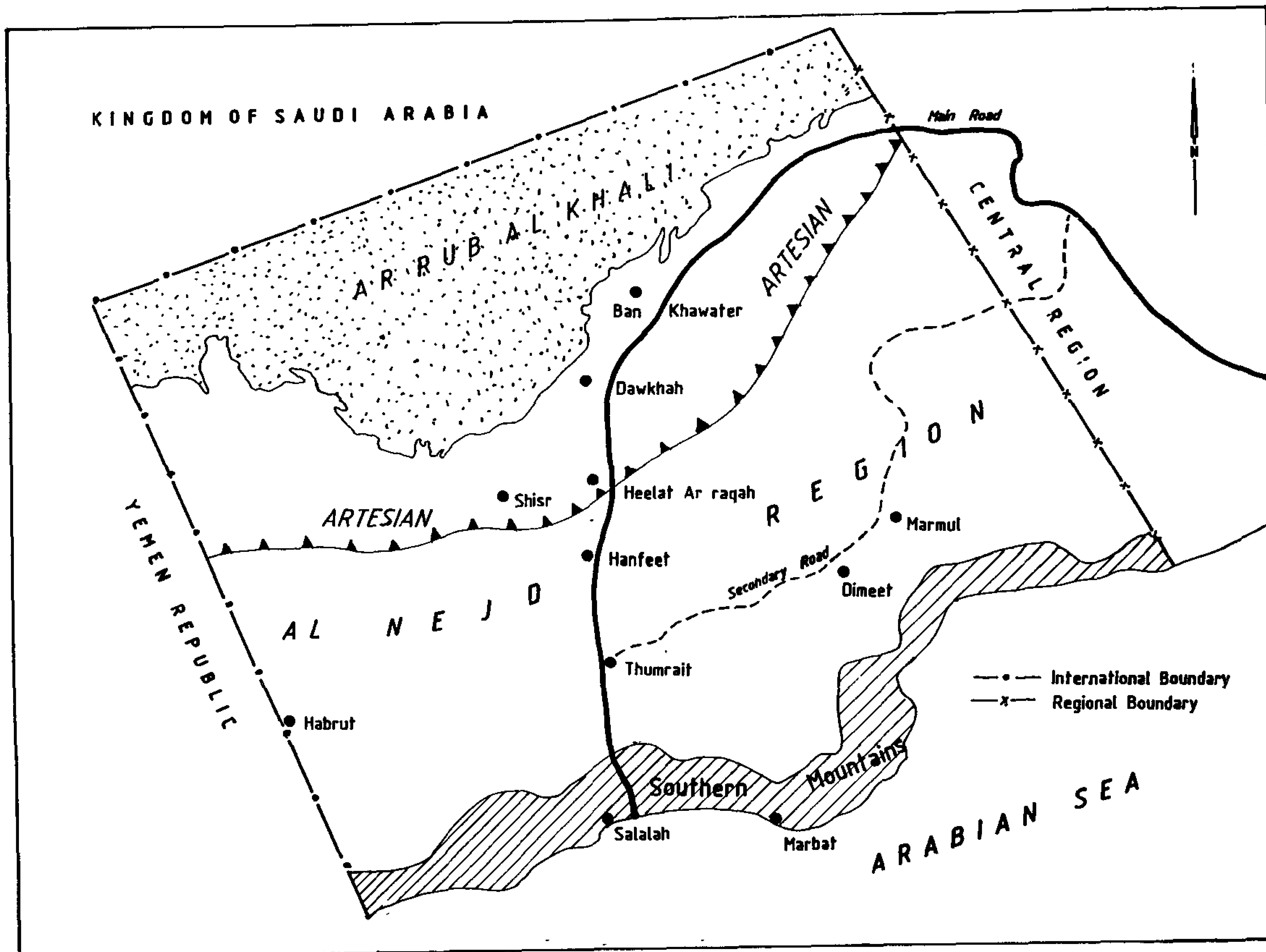
The renewable resources of groundwater available in the Nejd are believed to be insignificant. However, the aquifers contain a great deal of water mainly under pressure. Two major categories of exploitable groundwater reserves can be identified: the confined reserves, and the unconfined reserves. Groundwater pressure is above the top of the aquifer and is measured as piezometric level. When the pressure is released, as when an artesian aquifer is penetrated or when groundwater is pumped, water is released from the aquifer until the piezometric pressure has been reduced to the level of the top of the aquifer. This constitutes the confined reserve. At this point, water is still held in the saturated rock of which a portion may be drained under gravity depending upon how it is held in storage. The water drainable from the saturated rock under gravity constitutes the unconfined reserve. For a storage coefficient of 1 to $5x10^{-4}$ and piezometric head of 200 to 400 m for the three aquifers of B, C, and D, estimates for the confined storage were determined (Brown & Root, 1993). The average estimate of confined groundwater recoverable reserves is 3, 5, and $1.5x10^{-9}$ m^3 for aquifers B, C, and D respectively. The unconfined reserve, using 0.005 for the specific yield is estimated for the three aquifers as 28, 52 and $12x10^{-9}$ m^3. respectively. Development is assumed to focus on Aquifer C. Multiple aquifer development offers possible advantage in terms of yield, but for aquifers B & C at the expense of higher salinity, and aquifers C & D at significantly greater cost. If the various aquifers were highly confined, then it would be possible to depressurise them separately. However, the likelihood of induced leakage under long-term abstraction conditions is considered to be quite high. Production wells could be completed in aquifer C or in combinations of aquifer B and C or C and D. Well casing would be designed to exclude inflow from aquifers which are not to be drawn upon. Examples of such a design are shown in Figure (2).

Assuming well designed and well sited wellfields allowing efficient exploitation of recoverable reserves, the confined reserves of the aquifer C could, for favourable aquifer parameters, yield about 5 billion cubic metres. This would be equivalent to 100 million cubic metres per year for 50 years. All initial development may be based on this confined reserve estimate. The unconfined reserves, if proven, could yield substantially more in the longer term ($90x10^{-9}$ m^3). For three different sized square wellfields, the total drawdown in the centre after 10 years pumping was computed. For an abstraction rate of 30 l/s, a storage coefficient of $5x10^{-4}$, transmissivity of 500 m^2/d, spacing of 1000 m, and 25 wells, the drawdown at the centre of the wellfield was 85m after 10 years of operation. The drawdown increased to 150m when number of wells was increased to 49 wells. The drawdown decreased by about 10% when spacing increased to 2000m. A spacing of 1000m may therefore be adopted for preliminary layout and costing of central wellfield systems.

IRRIGATION WATER REQUIREMENTS

Crop Water Requirements (CWR) are the amount of water needed to meet crop evapotranspiration (ETO). Losses in application or distribution and the need for soil leaching are added as necessary to CWR to give irrigation requirements at the farm or other point of distribution. The available meteorological data for Nejd was collected and analyzed to estimate crop ETO, using the Penman formula. ETO was found to vary from 168mm in December to 417mm in June. The average annual value was computed equal to 3438mm. For a crop coefficient of 0.8, the annual CWR, for perennial crops were computed equal to 2750mm. The perennial crops were taken as a combination of tree-crops and fodder crops. CWR was also calculated for seasonal crops such as field crops, vegetables and seasonal fruits. For a growing season of 150 days, 100% cropping intensity, and 0.74 as an average value for crop coefficient, CWR was determined equal to 1045mm.

In calculating to irrigation water requirements (IWR), effective rainfall was assumed to be zero for Nejd. It was also assumed that evaporation/evapotranspiration loss is on the order of 15%. This loss accounts, for spray losses from overhead irrigation methods as well as losses from uncultivated areas such as field borders or evaporation from ponded water. On the other hand, deep percolation losses which vary from close to zero for trickle/drip



Produced by Information Centre, Reports Section, MWR

Fig. 1 - Al Nejd Region

UeR is a fossile ferrous formation. The Hasik member that constitutes lower UeR member forms the main part of this formation and thins from 300m in the south to less than 250m at the northern boundary of the Nejd. The upper part of UeR which is known as the Muddy member comprise chalky dolomites with several dark-colored silicified horizons. The UeR formation, contains the three confined (artesian along the northern margin of Nejd) known as B, C, and D. The thickness of aquifer B is relatively small and characterized by fissure inflows. The primary hydraulic conductivity is very low. This aquifer is found between 40-80m below the top of the formation. Aquifer C has been found below aquifer B in all drillings that penetrated the lower UeR. It is the most productive aquifer and has a thickness of 250-300m. It is a confined and fully artesian in the north (Figure 1) within the same general zone as aquifer B. Aquifer D is below aquifer C with a thickness up to 200m and has piezometric heads lower than that of aquifer C. Even though it has a relatively good quality groundwater it is considered to be less reliable and less productive than aquifer C.

Given the vast area of Nejd and the limited number of boreholes, the historic data is unlikely to provide a reliable measure of the true nature of the quality of water or distribution of heads within each aquifer unit. Most of the available data is for aquifer C which shows that transmissivity varies between 500-4000m^2/day and the storage coefficient ranges from 10^{-6} to $5x10^{-4}$. On the other hand the analysis of

CENTRAL WELLFIELDS FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENTS IN DESERT AREAS

By
Mohamed Nasr Allam*

ABSTRACT

The concept of central wellfield for agricultural development is introduced. The Nejd area in the southern part of Oman is used as a case study. Different design alternatives for central wellfields for irrigating agricultural areas up to 600 ha, are presented. Cost analysis of various alternatives is carried out. The financial feasibility of constructing central wellfields by the government for service fees is analyzed. The advantges of public central wellfields on private individual wells are addressed.

INTRODUCTION

This paper presents an attempt to analyse the concept of central wellfields utilization for agricultural development in desert areas. The analysis covers the physical and financial feasibility of such a concept in terms of effects of aquifer characteristics on wellfield design parameters and cost comparison between the central wellfields and other development alternatives such as individual wells.

The Nejd area in the southern part of the Sultanate of Oman is used here as a case study. This is a vast area of about 65,000 Km2 stretching from the Empty Quarter (Ar Rub al Khali) in the North to the coastal mountains in the South, and from the Yemen Republic in the West to the Central Region of Oman in the East (Fig.1). The Presence of fossil groundwater underlying the Nejd, has been for many years. The groundwater reserve in this area probably about 100 billion cubic meters in storage with varying quality from one location to another.

The hydrogeology of the Nejd region is briefly presented and the agricultural development plan of this region is summarized. Wellfield design parameters are discussed and technical specifications for well drilling and casing are introduced. Different design alternatives for central wellfields, for irrigating areas up to 600 hectars, are introduced and cost analysis of each alternative is carried out. Government owned central wellfields to supply individual farms with irrigation water for service fees are presented. The advantages of central wellfields to supply on other groundwater development alternatives in terms of cost effectiveness, pollution control, and water resources conservation are addressed.

HYDROGEOLOGY OF THE NEJD

The Nejd has been the subject of many groundwater resources evaluation studies. Among the most comprehensive of these are Parker (1985), Quinn (1886), JICA (1990), Mott MacDonald (1991), Dames & Moore (1993), and Brown & Root (1993). The strata beneath the Nejd consist primarily of marls, limestones, dolomites, and shales with some gypsum interbeds. These are overlain by aeolian sands and wadi alluvium. The limestone strata are several hundreds of meters thick and are divided into the dammam, Rus and Umm Er Radhuma (UeR) formations as shown in Table (1). The Main aquifers are those of the UeR. Other unreliable or poorly yielding aquifers can be found in Dammam and Rus formations. Dammam formation is a highly transmissive aquifer that stores occasional wadi flows from cyclonic storm events. It is 30-60 m thick in the central part of the Nejd. Rus formation contains a confined aquifer, called aquifer A. It is characterized by a highly variable transmissivity across the Nejd and an electrical conductivity ranging from 3000 μs/cm in the South to 11000 μs/cm on the North of the eastern Nejd area. A vertical flow from the underlying evaporatic beds and gupsiferrous strata constitute a risk of contamination to this aquifer.

* Irrigation and Hydraulics Department, Faculty of Engineering, Cairo University.

CONTENTS

ARABIC SECTION

ENGLISH SECTION :

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 33 ISSUE No. 3 - 1994 ISSN 1110 - 1253

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

Yearly Subscriptions

Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

Abroad

Individuals	75 US $
Organisations	500 US $

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس ـ القاهرة ج.م.ع - ت ٥٧٤٠٤٨٨

المجلد الثالث والثلاثون - العدد الرابع ١٩٩٤ ردمد ١١١٠ - ١٢٥٣

- تصدر المجلة ربع سنوية
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد رئيس التحرير .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات العلمية بإحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة وتبدأ بخلاصةABSTRACT بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر أسماء أصحاب المقالات كاملة باللغتين ومعها ألقابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى ألا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة إلا فى حالات استثنائية وسيصغر أىّ منحنى إلى تلك المقاسات .

ويراعى ألا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .

- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعاً لإسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

- **داخل البلاد :**

الاشتراك السنوى للمهندسين	٢٠ جنيها
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	٥٠ جنيها
الاشتراك السنوى للهيئات	٥٠٠ جنيها

- **بالخارج :**

للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنوياً .

وللهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنويا .

وذلك عن الأربع أعداد السنوية ويعامل الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء أعضاء جمعية المهندسين المصرية .

دار الجيل للطباعة تليفون ٥٩٠٤٣٤٣ رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

محتويات العـــــدد

سوق البترول العالمي .. شروط لاتتحقق .. !!

د.م. حمدى البنبى
وزير البترول

في الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية وفي الثاني والعشرين من ديسمبر ١٩٩٣ صدر البيان الختامي لقمة مجلس التعاون الخليجي في ختام اجتماعات القمة الرابعة عشرة.

وقد شدد البيان على أهمية استقرار سوق البترول العالمي، وأشار إلى الجهود التى تبذلها سلطنة عُمان في هذا المجال مع الدول المصدرة للبترول غير الأعضاء في أوبك "أبيك".

ومن المعروف أن لعُمان دوراً فعالاً في نشاط مجموعة أبيك، وفي ذات الوقت فقد صدر عن القمة المذكورة استعداد دول مجلس التعاون الخليجي لخفض انتاجها البترولي بهدف دعم الأسعار إذا وافقت والتزمت جميع الدول المنتجة داخل أوبك وخارجها على خطط شاملة لتخفيض الانتاج بشكل متوازن.

هذا البيان يحتاج إلى إلقاء الضوء عليه، **فبالنسبة لدول أوبك** : فهي تضم مجموعة دول أوبك الخليجية وهي السعودية ، الكويت ، الإمارات العربية المتحدة ، وقطر ، وهي - كما هو معروف - من كبريات الدول المنتجة والمصدرة للبترول ، والتى تحوى أراضيها احتياطيات ضخمة من الزيت الخام يزيد في بعضها الاحتياطي إلى معدل الانتاج على مائة سنة (في السعودية ٢٥٨ مليون برميل وعمره ٨٢ سنة، بدون حصتها من المنطقة المقسومة ، وفي الكويت ٩٤ مليون برميل وعمره أكثر من مائة سنة ، وفي الإمارات ٩٨ مليون برميل ، وعمره أكثر من مائة سنة ، وفي قطر ٣,٧ مليون برميل وعمره ٢٢ سنة).

وهناك ، أيضاً ، في دول الخليج دول أخرى أعضاء في أوبك وغير اعضاء في مجلس التعاون الخليجي كإيران والعراق وتتمتع بمعدلات إنتاج وتصدير واحتياطي ضخمة، مع ملاحظة الوضع الحالي للعراق، (يبلغ حجم الاحتياطي في إيران حوالي ٩٣ مليون برميل وعمره ٧٤ سنة ، وفي العراق ١٠٠ مليون برميل وعمره أكثر من مائة سنة).

أما باقي دول أوبك ، فعلى سبيل التوضيح ، فإنها تضم دولاً في أفريقيا في شمالها ، الجزائر (يبلغ احتياطيها ٩,٢ مليون برميل وعمره ٢١ سنة). وليبيا (٢٢,٨ مليون برميل وعمره ٤١,٢ سنة)، وفي غربها حيث يمثل احتياطي نيجيريا ١٧,٩ مليون برميل وعمره ٢٦,٦ سنة، وبلغ في الجابون حوالي ٠,٧ مليون برميل وعمره ٦,٨ سنة.

أما باقي دول أوبك فهي تضم ، كما هو معروف ، مجموعة دول أمريكا اللاتينية : فنزويلا (برصيد ٦٢,٦ مليون برميل وعمره ٦٩,٧ سنة)، وفي الشرق الأقصى أندونيسيا (برصيد ٥,٨ مليون برميل وعمره ١٠,٥ سنة).

والآن ننتقل إلى مجموعة الابيك ، وتأتى على راسها من الدول العربية مصر (٦,٢ مليون برميل وعمره ١٨,٦ سنة)، وعُمان (٤,٥ مليون برميل وعمره ١٧ سنة)، واليمن (٤مليون برميل وعمره ٦١ سنة)، ثم مجموعة بحر الشمال، المملكة المتحدة (٤,١ مليون برميل وعمره ٥,٩ سنة)، والنرويج (٨,٨ مليون برميل وعمره ١٠,٨ سنة)، ومجموعة

الكومنولث الروسي (احتياطي روسيا ٥٧ مليون برميل وعمره ١٣,٧ سنة) بمتاعبه الاقتصادية والسياسية والاجتماعية، وقدراته الفنية والتكنولوجية.

وقد سبق الإشارة إلى جهود عُمان التى تبذلها في مجال العمل على استقرار السوق، والتى نوهت بها قمة مجلس التعاون الخليجي، فقد قام وزير النفط والمعادن العُماني معالي سعيد بن أحمد الشنفري بجولة بدأت في ٢٦ ديسمبر ١٩٩٣، أي بعد ختام اجتماعات القمة بنحو أربعة أيام، وشملت الجولة ست دول منتجة للبترول غير أعضاء في أوبك للدراسة والتنسيق فيما بينها بهدف التوصل إلى اتفاق شامل للإنتاج للمساعدة في دعم أسعار البترول في السوق العالمي. وقبل سفره أعلن عن اعتزامه القيام بهذه الجولة فبادرنا بإصدار بيان أكدنا فيه موافقة مصر ودعمها لأى إجراء تتخذه الأوبك أو يسعى إليه مجلس التعاون الخليجي بهدف تصحيح مسار أوضاع سوق البترول العالمية، وتحقيق الاستقرار ودعم الأسعار والعمل على منع انهيارها، مشيدين فيه بجهود الوزير الشنفري ومرحبين بقدومه إلى مصر، كما أكدنا استعداد مصر لتقديم أى عون ولبذل أى جهود في مجال التنسيق والتعاون سواء بين مجموعة أبيك أو مع مجموعة أوبك أو مع المستهلكين.

وقد بدأ الوزير العماني جولته بزيارة اليمن ثم أتبعها بزيارة لمصر، ثم سوريا، وشملت روسيا والنرويج وبريطانيا، وماليزيا، وبروناى، والمكسيك. وفي نهاية اجتماعه في القاهرة صدر عن الوفدين المصري والعُماني بياناً أكد حرص مصر على استقرار البترول العالمي، وحرصها، أيضاً، على التنسيق بين المنتجين من أجل الحفاظ على مستوى أسعار البترول ومنع تدهورها.

ويتضح من استقراء الأرقام السالفة الذكر أن هناك من المجموعات المنتجة والمصدرة للبترول مجموعة تأتى على رأس دول أوبك، وأخرى تأتي على رأس دول أبيك من حيث حجم الاحتياطي ومعدل الانتاج والصادرات والمقدرة الاقتصادية والطاقة الاستيعابية والقدرة على تحقيق الاستقرار وضبط الأسعار عملياً، وهي مجموعة الدول الخليجية بالنسبة لدول أوبك، ومجموعة بحر الشمال من حيث دول أبيك.

فالسعودية والكويت والإمارات وإيران هي أكبر الدول من حيث حجم الاحتياطي وعمره ومعدلات الإنتاج والصادرات، وهي تأتي على رأس الدول المنتجة بوجه عام من حيث القدرة على ضبط معدلات الانتاج لتحقيق التوازن في سوق البترول العالمي بين العرض والطلب العالميين.

ومن المعروف أن معدل إنتاج السعودية كان قبل حرب الخليج حوالي ٥ مليون ب/ى، ارتفع إلى أكثر من ٨,٥ مليون ب/ى لتعويض توقف إنتاج الكويت والعراق، ظل معدل إنتاجها حوالي ٨ مليون ب/ى، بعد عودة الأوضاع إلى ماكانت عليه، هذا بالرغم من عودة الكويت إلى الإنتاج والتصدير.

وعلى رأس الدول المنتجة غير الأعضاء في أوبك يأتي قطاع بحر الشمال، المملكة المتحدة والنرويج. ومن المعروف أن القطاع البريطاني في بحر الشمال قد رفع معدل إنتاجه بنحو ٧٠٠ ألف ب/ى، ورفض تخفيض معدلات الإنتاج.

أما بالنسبة لباقي الدول المصدرة غير الأعضاء في أوبك وكلها صاحبة أوزان ضئيلة من حيث دورها في تجارة البترول الدولية، فقد أعلن الوزير الشنفري قراراً بتخفيض إنتاج عُمان بنسبة ٥٪ إعتباراً من ١٩٩٤/١/١٥، وكذلك فعلت اليمن. ويتضح موقف مصر من البيان الذى أعلن عقب لقاء الوفدين العُماني والمصري.

وقد تناولت مباحثات الوزير العُماني مع نظيره السوري تنسيق مواقف البلدين للحفاظ على اسعار البترول، وأعربت سوريا عن تأييدها للجهود التى من شأنها تحقيق السعر المستهدف، وبما يحقق مصلحة الدول المنتجة والمستهلكة على السواء.

وعلى النقيض فقد رفضت كل من بريطانيا والنرويج رفضاً قاطعاً أى خطوات لتقييد وخفض معدلات الإنتاج.

وأوضحت المصادر الرسمية في موسكو أنه ليس من مصلحة روسيا خفض الإنتاج والصادرات البترولية وهي من أهم مصادر العملة الأجنبية لديها، وذلك عقب لقاء الوزير العُماني مع نظيره الروسي في إطار جولته في الدول خارج أوبك.

وفي هذا الصدد يبرز على السطح العديد من التساؤلات وأهمها:

☆ ماهى درجة فعالية الحوار بين المنتجين سواء بين أعضاء أوبك بعضهم البعض أو بين أوبك وأيبك، أو بين المصدرين والمستوردين؟

لابد من استجلاء النيات الحقيقية لأطراف السوق في العمل جدياً على استقرار السوق وعودة الأسعار إلى مستوى عادل لايضر اقتصاديات المصدرين أو المستوردين أو الاقتصاد العالمي.

وفي النهاية نعود إلى البدء فقد سبق ذكر أن قمة مجلس التعاون الخليجي قد أبدى استعداده بتخفيض معدلات الإنتاج بشرط قيام المنتجين من خارج أوبك بخفض معدلات إنتاجهم على ضوء أن أكبر المنتجين من خارج أوبك قد أعلنوا بوضوح وقوة رفضهم التعاون وتخفيض الانتاج.

تصميم وتخطيط المطارات
مبنى الركاب كوسيلة نقل في حد ذاته

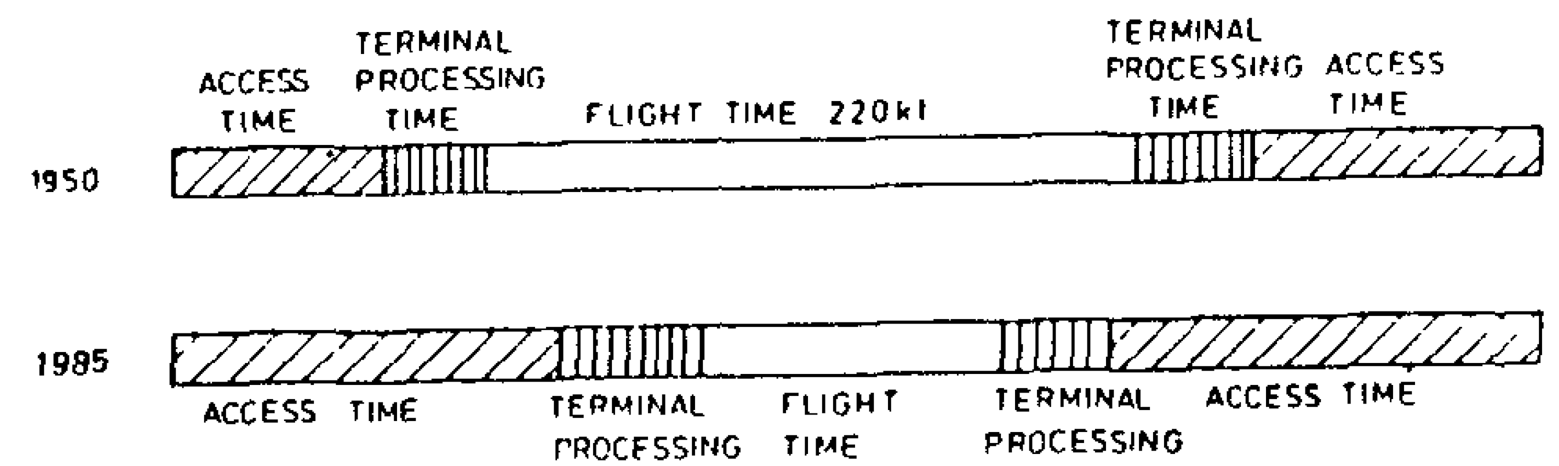
دكتور/أحمد فريد جمال الدين حمزه

المشكلة والهدف :

من المتوقع زيادة الطلب على النقل الجوى للركاب بشكل كبير على مستوى العالم في العقود القادمة بمعدل يصل في نهاية القرن الحالي من سبعة إلى عشرة أضعاف ما كان عليه في السبعينات.

وقد كان من المتوقع كنتيجة للتطور السريع في سرعة الطائرات وأحجامها أن ينقص زمن الرحلة بالطائرات وتزداد سرعة السفر من مكان إلى مكان، إلا أن هذا لم يحدث.

وبالنظر إلى الرسم البياني التالي فسوف نتبين الأسباب:



شكل ١ — مرجع رقم ٣ —

حيث يمثل هذا الشكل المقياس لزمن الرحلة الكامل من الباب إلى الباب بين مركزي مدينتين (لندن - باريس) في الخمسينات والتسعينات.

ويلاحظ أن الوقت الذى تم اختصاره نتيجة تطور محركات الطائرات النفاثة وزيادة سرعتها (نصف الزمن تقريباً) لم يؤد في النهاية إلى انخفاض في زمن الرحلة الكلية من الباب للباب، وذلك نتيجة زيادة ليس فقط الزمن المطلوب للوصول من المدينة للمطار والعكس، ولكن أيضاً زيادة زمن الإجراءات الخاصة بكل من السفر والوصول بالمطارات.

والهدف من هذه الورقة هو عمل دراسة تشخيصية لأسباب المشكلة وجوانبها واقتراح مدخل لحلها.

وعلى ذلك فسنبدأ بالنظر لرحلة المسافر نظرة متكاملة من لحظة بداية المسافر لسفره إلى لحظة وصوله إلى غايته، ويمكن تقسيمها إلى المراحل الآتية:

الجزء من الرحلة	أطول سنة ١٩٥٠	أطول سنة ١٩٩٠
١- من البداية إلى مبنى الركاب		✓
٢- إجراءات السفر داخل المبنى		✓
٣- رحلة الطائرة في الجو	✓	
٤- إجراءات الوصول داخل المبنى		✓
٥- من مبنى الركاب إلى غايته		✓

شكل ٢ —

يظهر من ذلك أن المشكلة لها جانبان :

أولاً : جانب رحلة الوصول من المدينة إلى المطار والعودة.

ثانياً: جانب الإجراءات داخل مبنى الركاب للسفر والوصول.

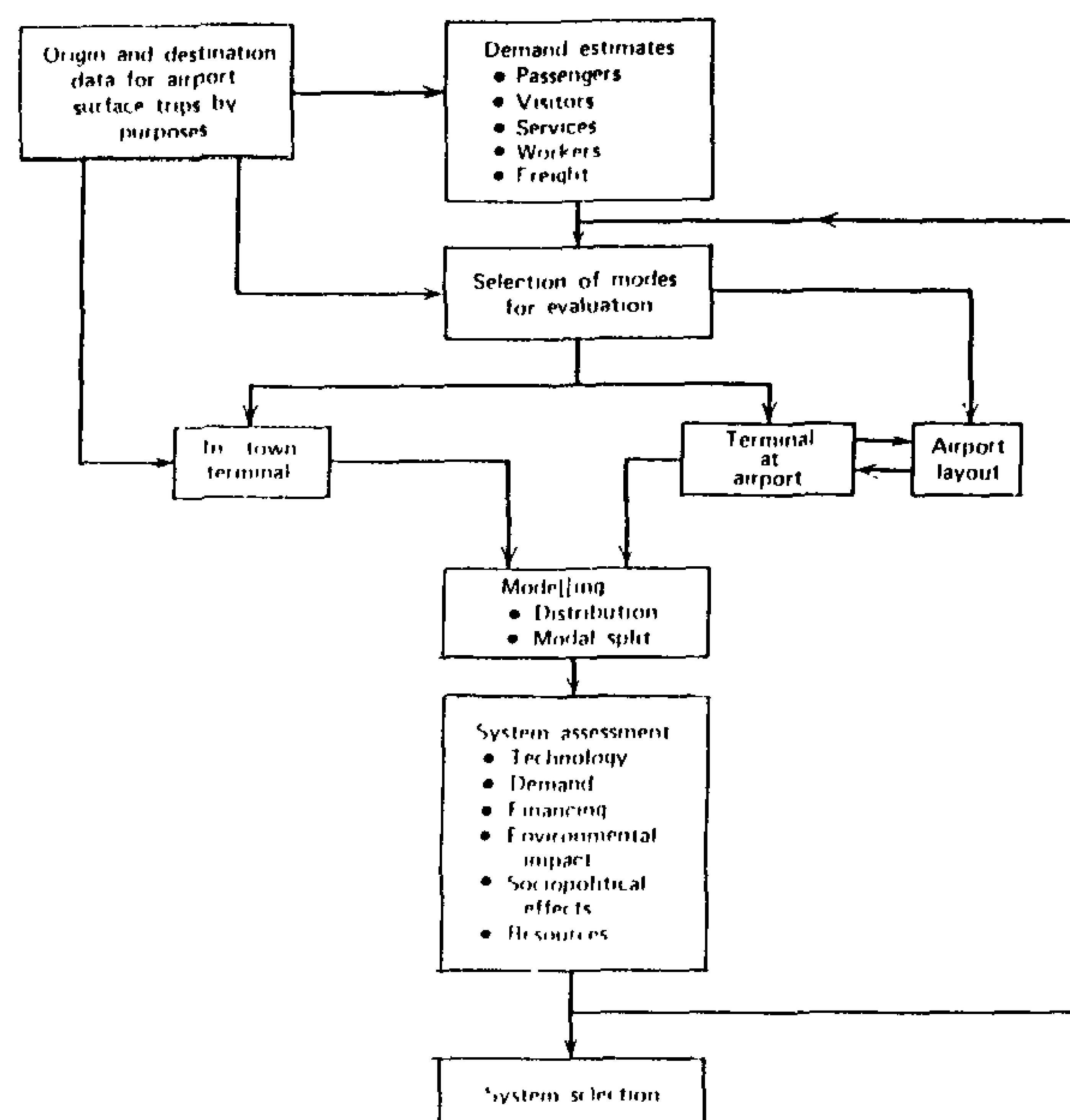
أولاً : *الوصول إلى المطار من المدينة وإليها* :

- إن الأعداد الكبيرة للمسافرين الذين يتحركون من وإلى المطار في اليوم، والتى قد تصل إلى ١٠٠،٠٠٠ رحلة يومياً من وإلى المطارات الكبيرة في كل من (باريس - لندن - نيويورك - شيكاغو - لوس إنجلوس).

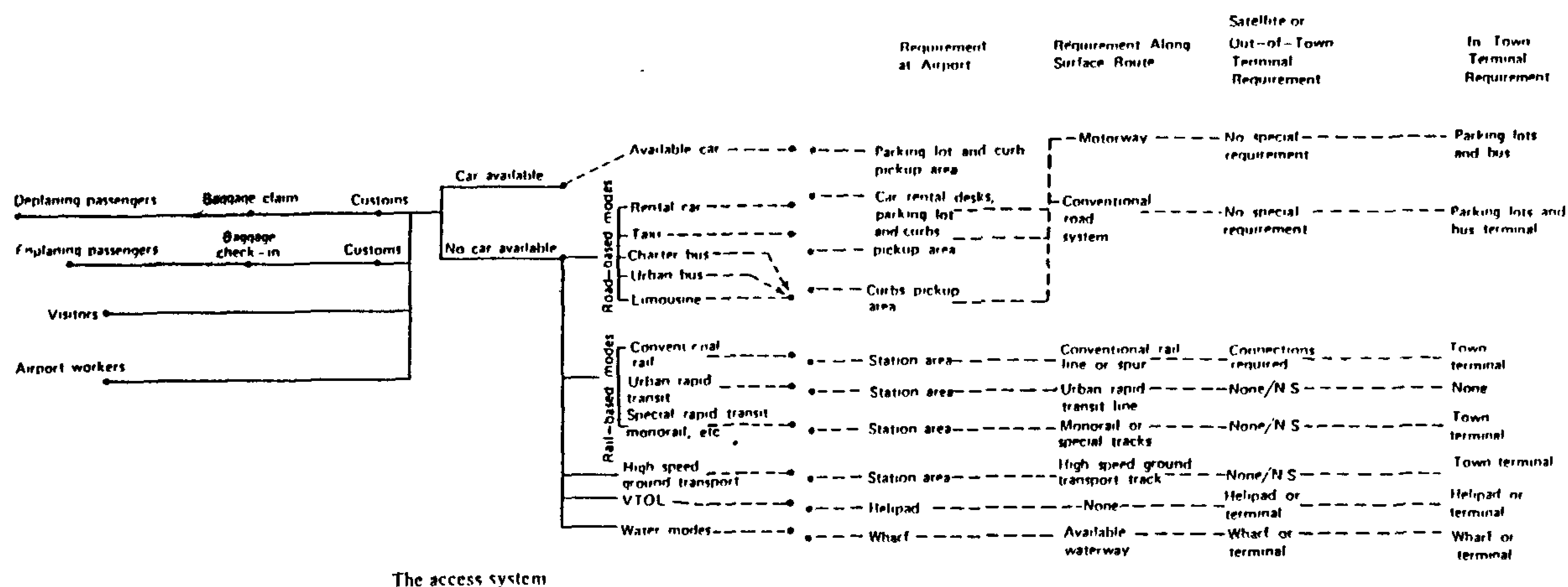
Percent of passengers using access facilities in major United States cities (domestic, interstate travellers in

City	Percent	City	Percent
New York	94	New Orleans	76
Boston	90	Cleveland	75
Detroit	85	Minneapolis-St.Paul	74
Philadelphia	85	Kansas City	72
Houston	83	Honolulu	69
Tampa	82	St. Louis	62
Las Vegas	82	Pittsburgh	59
Seattle	80	Denver	54
San Francisco	79	Chicago	53
Washington DC	78	Dallas/Fort Worth	45
Los Angeles	78	Atlanta	27

شكل ٤ – مرجع رقم ٥ –



شكل ٣ – مرجع رقم ٣ –



The access system

شكل ٥ – مرجع رقم ٣

ملاحظة :

(هناك ركاب ينتقلون من الطائرة إلى أخرى ولايغادرون المطار نهائياً).

- حوالي ثُلث الحركة من العاملين والموظفين وشركات الطيران حيث أن النسبة ٠٫٣ موظف لكل ١٠٠ مسافر، وكل موظف يقوم بالانتقال من وإلى المطار ٢٥٠ يوماً في السنة، وبذلك يشكل هذا ٠٫٧ من الرحلات للمسافرين يومياً.

- حوالي ثُلث الحركة من الرحلات يتم بواسطة المسافرين فعلاً، والثُلث الباقي يتم بواسطة أعضاء الخدمات المساعدة والزوار والمودّعين.

Proportion of passengers, workers, visitors, and senders/greeters at selected airports

Airport	Passengers	Senders and Greeters	Workers	Visitors
Frankfurt	0.60	0.06	0.29	0.05
Vienna	0.51	0.22	0.19	0.08
Paris-Orly	0.62	0.07	0.23	0.08
Amsterdam	0.41	0.23	0.28	0.08
Toronto	0.38	0.54	0.08	Not included
Atlanta	0.39	0.26	0.09	0.26
Los Angeles	0.42	0.46	0.12	Not included
New York-JFK	0.37	0.48	0.15	Not included
Bogota	0.21	0.42	0.36	Negligible
Mexico City	0.35	0.52	0.13	Negligible
Curaçao	0.25	0.64	0.08	0.03
Tokyo-Haneda	0.66	0.11	0.17	0.06
Singapore-Paya Labar	0.23	0.61	0.16	Negligible
Melbourne	0.46	0.32	0.14	0.08
U.S. Airports[b]	0.33-0.56	-----	0.11-0.16	.31-.42 (includes senders and greeters)

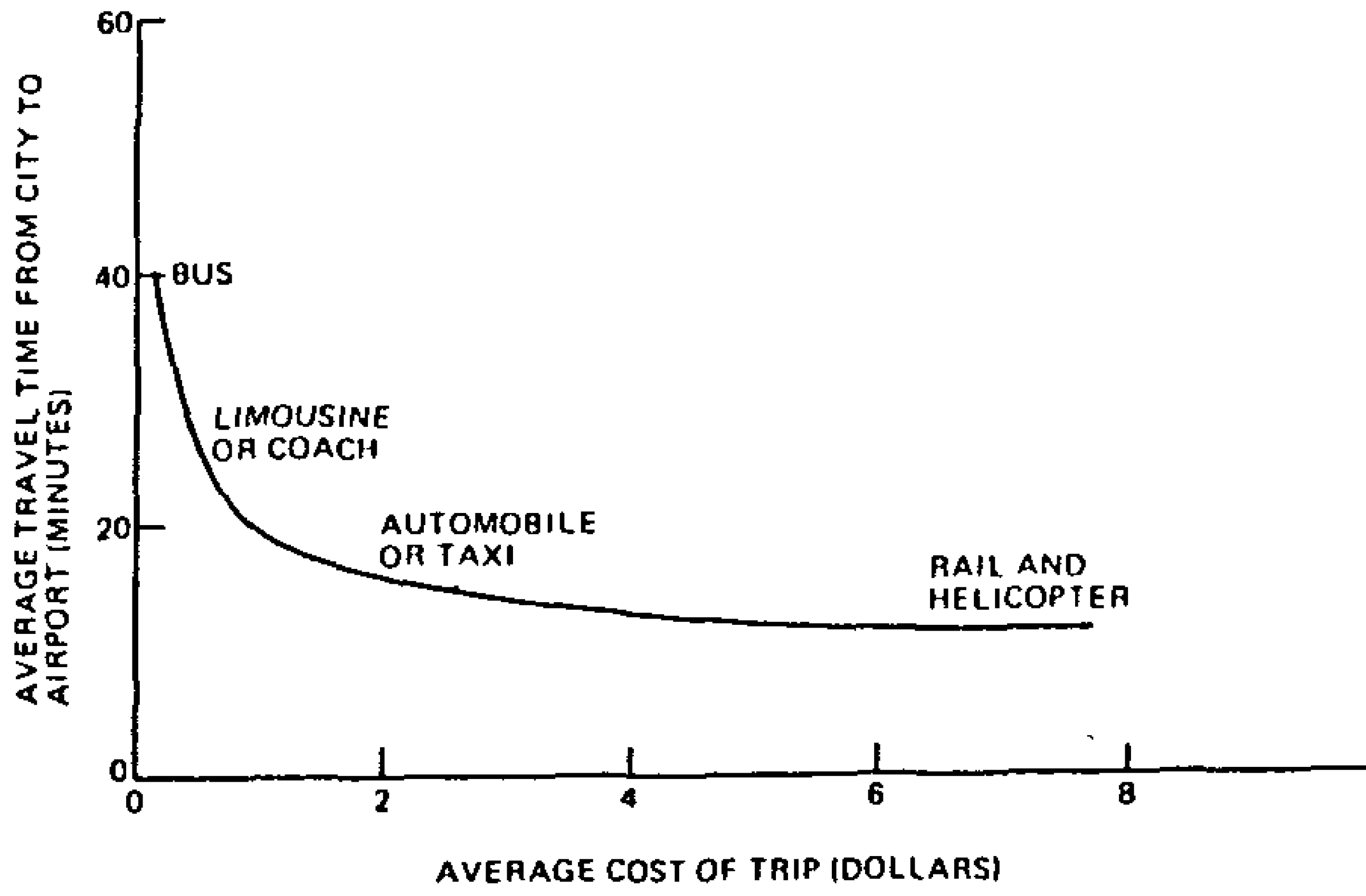
شكل ٦ – مرجع رقم ٦ –

وكنتيجة فإن مطار يخدم ١٠ مليون مسافر في السنة يتطلب حركة ١٠٠٠٠ شخص في اليوم بين المطار والمدينة، ويزداد إلى ٣٠ ألف في حالة المطارات الأكبر (شيكاغو ٥٠ مليون مسافر في العام).

- لاتوجد نقطة معينة تشير إلى مكان بداية رحلة الوصول إلى المطار ولا أين تنتهي، بمعنى أن مركز المدينة قد لايعتبر هو المكان المطلوب الوصول منه أو إليه في أغلب الأحيان.

- إن تقدير المسافر لقيمة زمن الرحلة إلى المطار ومنه طولاً أو قصراً يرتبط بنوعية المسافر (رجل أعمال - سائح) وطول الرحلة الجوية المقدم عليها (١٥ ساعة طيران - ساعة أو أقل) وخبرة المسافر (عدد مرات سفره).

- ينتقل الناس من المدينة إلى المطار والعكس باستخدام



Typical results of the evaluation of various alternatives for access from city to airport

شكل ٧ – مرجع رقم ٥ –

Data on Access to Airports in Cities in the United States and in the United Kingdom

Ariport	Distance to	Passengers Oriented to CBD (%)	Availability of Public Transit Modes, Including Limousine	Freeway/Motorway Access	Passengers Arriving by Auto or Taxi (%)
United States					
Chicago (O'Hare)	16 5	N/A	Yes	Yes	N/A
Los Angeles	11.0	15	Yes	Yes	N/A
New York (Kennedy)	11 5	47	Yes	Yes	N/A
Atlanta	7 5	24	Yes	Yes	N/A
San Francisco	12 0	25	Yes	Yes	N/A
New York (La Guardia)	5 5	63	Yes	Yes	N/A
Miami	10.0	35	Yes	Yes	N/A
Washington D C (National)	2.0	25	Yes	Yes	N/A
Boaton (Logan)	2.5	14	Yes	Yes	N/A
Denver (Stapleton)	7.5	30	Yes	Yes	N/A
Detroit (Wayne County)	17 5	5	Yes	Yes	N/A
Newark	10 5	61	Yes	Yes	N/A
Philadelphia	6 3	14	Yes	Yes	N/A
Pittsburgh	12 0	21	Yes	Yes	N/A
St Louis (Lambert Field)	12 5	10	Yes	Yes	N/A
Minneapolis-St. Paul	7 3	N/A	Yes	Yes	N/A
Cleveland (Hopkins)	10.7	N/A	Yes	Yes	N/A
Seattle-Tacoma	12.0	17	Yes	Yes	N/A
Houston	15.5	38	No	Yes	N/A
United Kingdom Regional Airports					
Blackpool	3	19	No	No	69
Leeds/Bradford	7	27	Yes	Partially	86
Liverpool	6	37	No	Yes	82
Manchester	8	15	Yes	Yes	84
Edinburgh	5	50	Yes	Yes	72
Glasgow	6	28	Yes	Yes	76
Prestwick	28	24	Yes	Yes	56
Belfast	12	43	Yes	Yes	85
Birmingham	7	29	Yes	Yes	29
Bristol	8	47	Yes	Partially	47
Cardiff	8	22	No	Yes	22
East Midlands	12	11	No	Yes	11
Newcastle	6	21	Yes	Yes	21

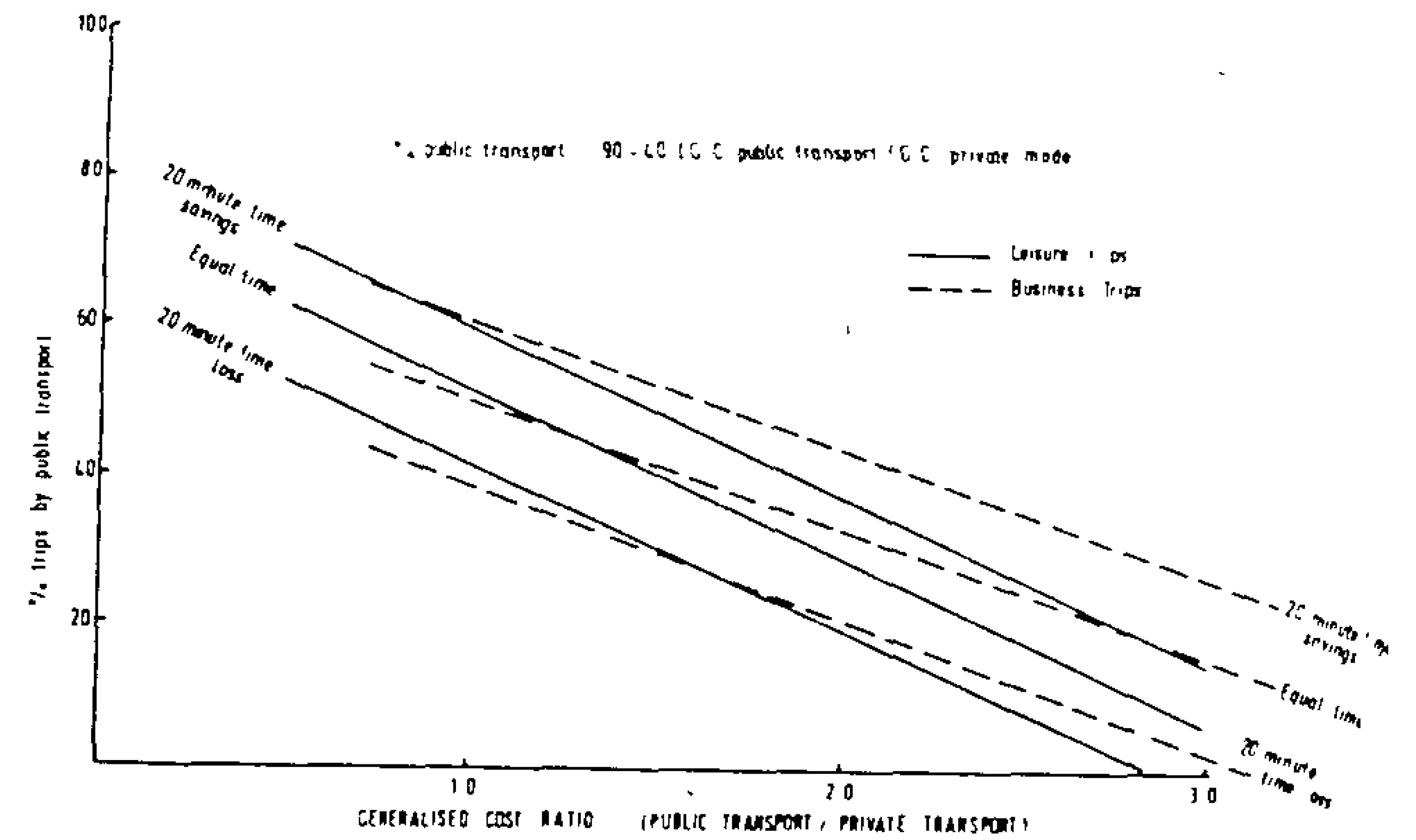
شكل ٨ – مرجع رقم ١ –

وسائل نقل أرضية كثيرة ومتنوعة.. والجدول التالي يبين هذه الوسائل ونسبة استخدام كل منها :

ويمكن استنتاج أن الوسيلة المفضلة لدى المسافرين للوصول إلى المطار هي السيارة.. ويشير الرسم البياني أنها المتوسطة اقتصادياً.

- في جميع أنحاء العالم وبالذات بريطانيا والولايات المتحدة فإن ٢٠٪ إلى ٢٥٪ من الدخل العام يكون من تحصيل رسوم انتظار السيارات.

- ملخص بحث عن تأثير دخول عنصر نقل عام في الخدمة كمنافس لنقل الركاب مع الوسائل الأخرى من وإلى المطار يشير إلى أنه لايقوم باى تأثير على الزيادة أو النقص بالنسبة لاستخدام السيارة الخاصة باعتبارها الوسيلة المفضلة، وأن الذى يحدث هو فقط انخفاض معدل استخدام وسيلة نقل عام أخرى مثل المترو أو الأوتوبيس.



Modal Split Relationships Using Generalised Cost Equations for Typical Airport Access Trips

شكل ٩ — مرجع رقم ٤ —

- ليست زيادة أعداد المسافرين هى المتسبب الوحيد في زيادة في زمن الرحلة من وإلى المطار، ولكن هناك عوامل أخرى مثل اختناق حركة المرور في المدينة نفسها.

- مخططو المطارات لديهم تشوق لتقديم وسيلة نقل خاصة للركاب إلى المطار تقتصر عليهم وتكون منفصلة تماماً عن حركة المرور في المدينة بانواعها المختلفة.

(وقد تمت دراسة أثبتت أن هذا يمكن أن يؤدى إلى تكلفة تساوى ثلث تكلفة بناء مطار جديد).

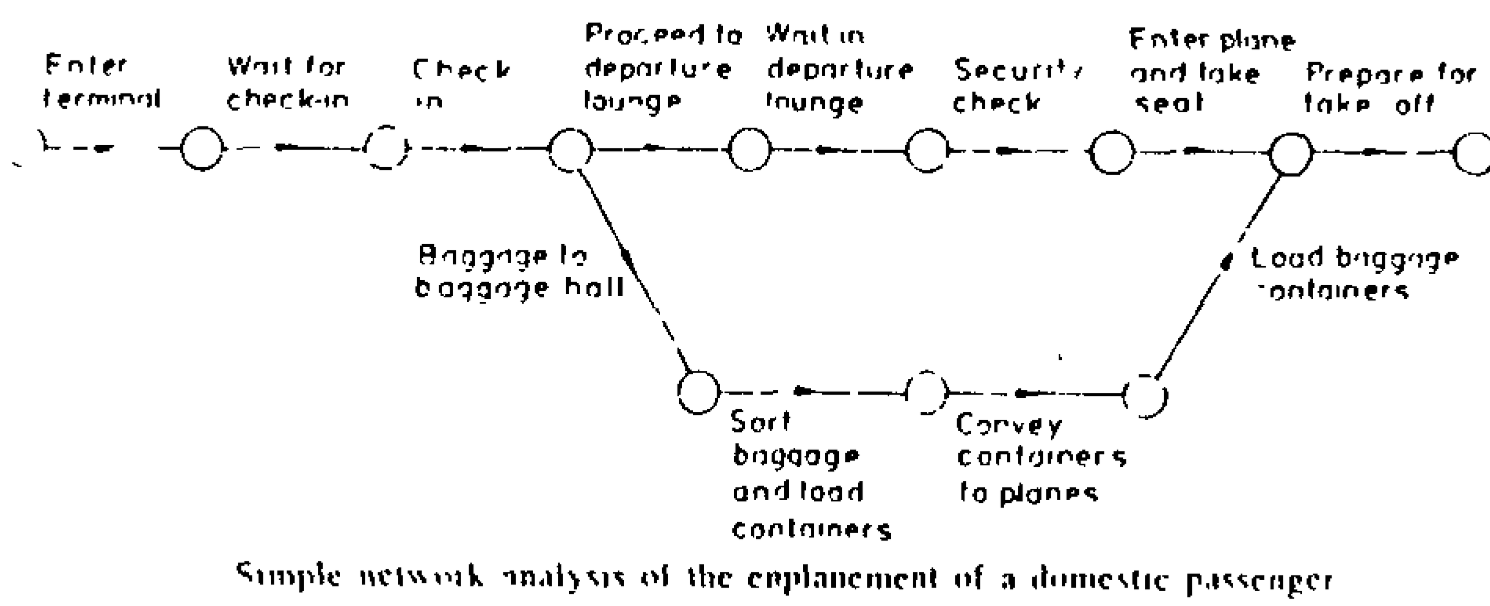
- دعنا نتساءل لماذا نقوم بتجميع كل هذا العدد من المسافرين في نقطة واحدة (المطار) ثم نعاود توزيعهم من جديد؟...

- ثم لماذا مطار وحيد؟.. وكم عدد المطارات المناسب للمدينة الواحدة؟..

(حيث تعددت المدن التى لها أكثر من مطار).

ثانياً : مبنى الركاب :

بعمل دراسة تحليلية لتتبع الأقسام الوظيفية لمبنى الركاب وتطورها والإضافات التى أدخلت عليها أو استحدثت فيها وأسباب ذلك، فإننا نخرج بمايلى :



Simple network analysis of the enplanement of a domestic passenger

شكل ١٠ — مرجع رقم ٢ —

- البداية ١٩٠٤ كانت فقط ساحات كمهابط للطائرات.

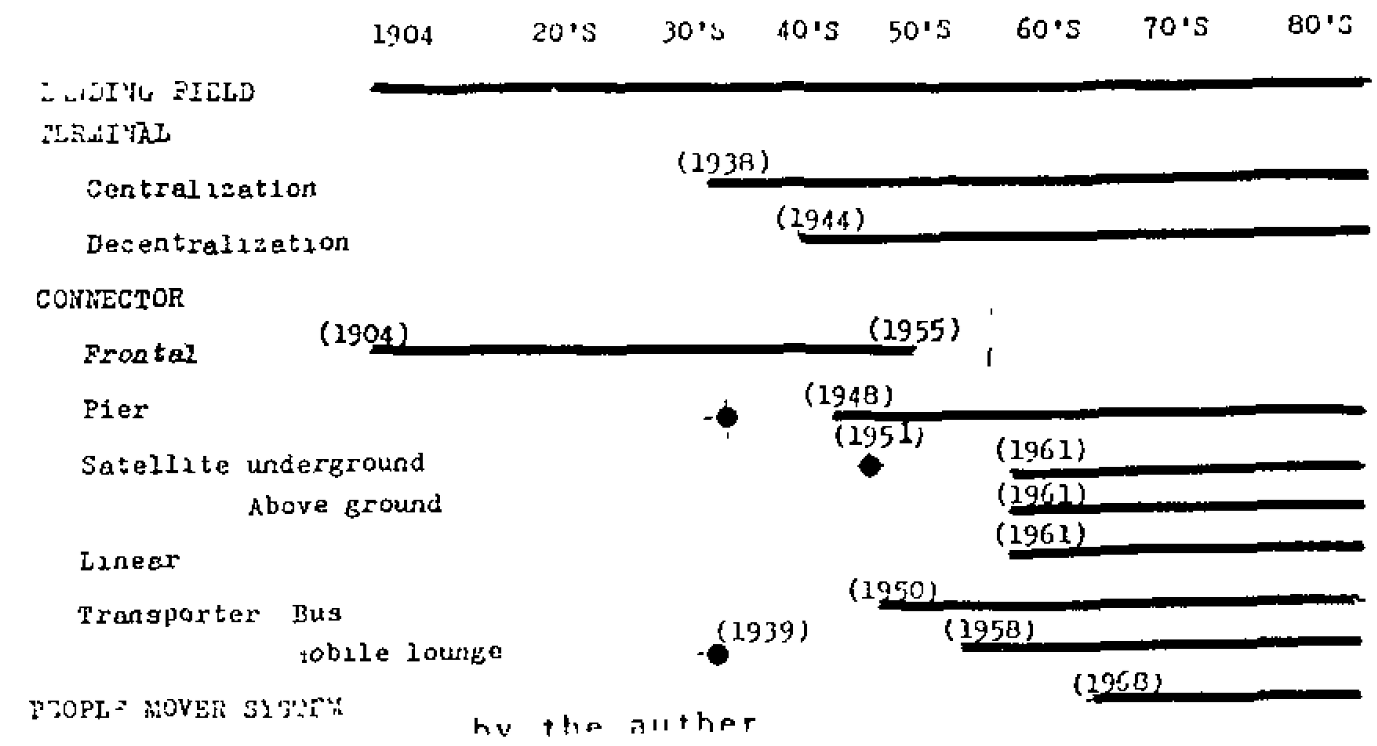
- مع زيادة أعداد المسافرين أصبح هناك حاجة لعمل مبنى يحوى إجراءات سفر الركاب ووصولهم (Terminal).

- مع استمرار الزيادة في الطلب من أعداد المسافرين وأيضاً أعداد الطائرات وأحجامها بدأت تظهر مشكلة عدم تناسب طول واجهة مبنى الركاب لاحتواء الطول المطلوب لمواقف الطائرات مماتطلب ظهور جزء وظيفي جديد من مبنى الركاب ليقوم بهذه المهمة عنصر الربط Connector Element (وقد تنوعت الأفكار المعمارية نتيجة طبيعة حركة المسافرين من المتحركTransporter والثابت شريطي Linear والإصبعي Pier أو تابع Satellite).

- مع اطراد الزيادة ووصول حجم مبنى الركاب إلى الحد الذى أصبح لايسمح له بالامتداد إلا من خلال تعدد مبانى الركاب في المطار الواحد.

وتبعاً للتطور في اتساع المطار وتعدد مبانيه بدأت المسافات الرابطة بين المباني وبعضها (سواء كانت المحطات أو عناصر

الوصل) في الاستطالة لحدود لايمكن قبولها للسير على الأقدام وكان الحل هو استخدام الوسائل الميكانيكية لتحريك الاشخاص People Mover systems.



شكل ١١ –

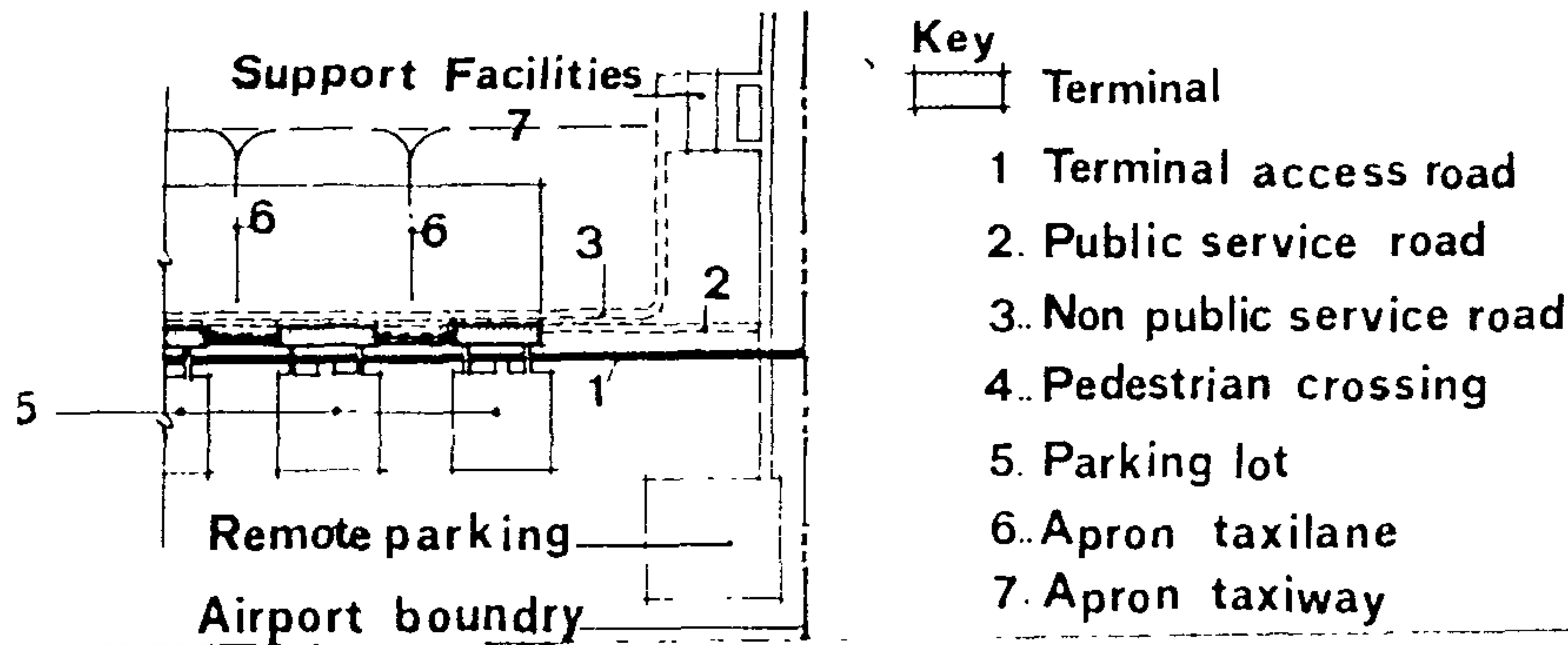
الاستنتاج :

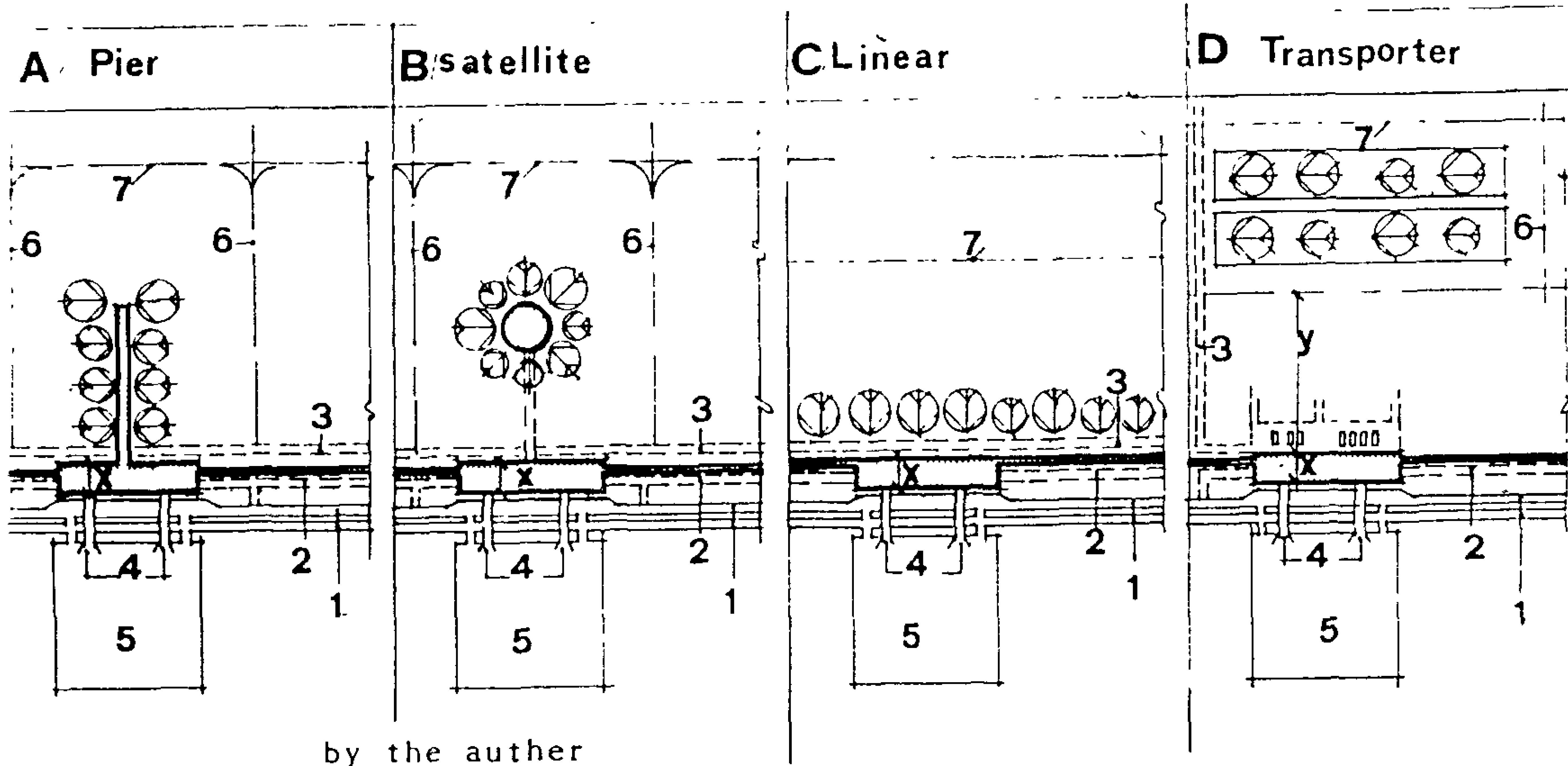
لذلك فإن الفصل التشريحي للمطار واستقلال الجزء Airside الجانب الجوي عن جزء Landside الجانب الأرضي شاملاً مبنى الركاب وذلك على اساس أن كل جزء له بيئته المناسبة ومتطلباتها الخاصة طبقاً للشروط السابقة وعلى أساس مايلي :

- بقاء الطائرات ومجال حركته أعلى الأرض Airfield بعيداً عن المدينة Remote airside.

- اعتبار مبنى الركاب في حد ذاته وسيلة نقل خاص متحركة للركاب وأمتعتهم تستخدم بديلاً عن وسائل النقل الأخرى بشرط فصل حركتها تماماً عن حركة المرور في المدينة.

- بناء شبكة مترابطة من المحطات تستخدم بواسطة هذا المبنى المتحرك وتوزع في نقاط متفرقة داخل المدينة طبقاً





شكل رقم ١٢ –

للاحتياجات والطلب وقربه من التجمعات السكانية حيث المسافرين.

- قصر الحركة من المدينة وأماكن وقوف الطائرات على هذا المبنى المتحرك على أن تقوم الوسائل الأخرى بالتوصيل إلى المحطات بالمدينة.

- توظيف الوقت المستهلك في نقل المسافرين إلى الأماكن البعيدة للطائرات (Remote airside) في عمل الإجراءات الخاصة بالسفر والعكس في حالة الوصول، وبذلك يمكن الاستفادة من هذا الوقت الذى كان يضيع فقط في الوصول إلى المطار.

- ينتج عن تقسيم أعداد المسافرين إلى محطات متعددة (يمكن تمييزها إما بالشركة الحاملة أو رقم الرحلة) إلى رفع كفاءة عملية الإجراءات نتيجة قلة الضغط مما يخفض وقتها.

- وفي النهاية، فإن عملية تحريك محطة الإجراءات Terminal واعتبارها وسيلة نقل في حد ذاتها تبدو في الوقت الحالى من أحلام المستقبل، ولكن في الماضى القريب اقترح فاليمر ووجنر تحريك الـ Connectot وذلك بتصميم Mobile Lounge في سنة ١٩٣٩ وتحقق ذلك في مطار دالس على يد إيروسارنيين سنة ١٩٦٢.

REFERENCES

1. *Horonjeff, R And Francis X. Mckelvey (Planning And Design of Airports).*
2. *Norman Ashford (Passenger In Airport Terminals Airport Interantional March) 1986.*
3. *Norman Ashford Paul H. Wright (Airport Engineering).*
4. *Norman Ashford and P. McGinity (Access to Airport Using High Speed Ground Transportation Vol. 9 No. 1) 1985.*
5. *Richard D. Neufville (Airport System Planning) London Macmillon 1980.*
6. *U. S. Aviation Industry Group 1991 (Survey of Ground Access.*

هذا الرجل ...
نهنئه من قلوبنا ...



أسعدنا وأثلج صدورنا ما زفه إلينا الإعلام مؤخراً من أن الدكتور مهندس محمد زكى حواس، أستاذ العمارة بجامعة عين شمس، قد فاز بجائزة الدولة التقديرية في الفنون لعام ١٩٩٤ .

ولاغرو، فكلنا يعرف ما للرجل من علم غزير، ومعرفة، وثقافة، وروح شفافة ...

فانت تحس أنه شاعر وأنت تقرأ له في الهندسة والمعمار والمشروعات ..

وقد بدأ نبوغه مبكراً، منذ تخرجه في كلية الهندسة جامعة القاهرة (فؤاد الأول في ذلك الحين) ونجاحه بتفوق، إذ كان أول دفعته عام ١٩٥١، فعين معيداً بالجامعة، ثم حصل فيما بعد على درجة الدكتوراه في التخطيط الصناعى والعمارة عام ١٩٦٢ من زيوريخ بسويسرا، وعاد ليعمل بجامعة عين شمس ..

وقد حفل سجل الدكتور زكى حواس بالكثير من النشاطات والإسهامات المتنوعة في المجالات المختلفة خلال حياته العملية ..

ففي مجال العلوم والفنون : أسهم بفكره في فن البناء المعاصر ومواصفاته وتكاليف المقاولات والتقويم الأساسى للقياس والمحاسبات، والتخطيط القومى الشامل واستخدامات الطاقة الشمسية في تخطيط المدن، فضلاً عن بحوثه في دراسات الجدوى واقتصاديات المشروع، وبحث تقييم الأراضى واختيارها للمشروعات المعمارية والتخطيطية، كما أشرف وشارك في عشرات رسائل الماجستير والدكتوراه ولجان فحص الانتاج العلمية للأساتذة والأساتذة المساعدين وفي لجان تحكيم المسابقات ..

وفي مجال الإدارة : أسهم أيضاً بجهده في العديد من النشاطات من خلال ممارسات عمله في المواقع التى تولى مسئوليتها، ومنها : رئاسة قسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة جامعة عين شمس، ورئاسة جمعية التخطيط العمرانى، وعضوية مجلس إدارة جمعية المهندسين المصرية، وهيئة تحرير مجلتها، وجمعية المهندسين الاستشاريين المصرية، وأيضاً كرئيس للجنة المصرية الدائمة للمواصفات العامة لبنود الأعمال، وعضو لجنة قانون التخطيط العمرانى، وعضو المجلس الأعلى للشباب، ورائد الشباب بكلية الهندسة جامعة عين شمس، ومستشار وزارة الثقافة بلجنة تطوير منطقة الأهرامات ولجنة الطريق الدائرى والمنطقة الأثرية للأهرامات ..

كما أن للأستاذ الدكتور محمد زكى حواس مشروعات معمارية وتخطيطية عديدة في مصر، والعالم العربى، وسويسرا، وأفريقيا ..

بقى أن تعلم، عزيزى القارئ، أن من نشاطه الاجتماعى أنه عضو بارز، ورئيس سابق، لنادى روتارى الأهرام بالجيزة .. والذى شعاره "الإيثار لا الأثره " .. أو بمعى آخر إخدم غيرك قبل نفسك..

مرة أخرى .. تهنئ أسرة المهندسين واحداً من أبر أبنائها..

أصول العمل الألمانية المعربة
بواسطة جمعية المهندسين الميكانيكيين

أسس ومبادئ وأساليب
أصول العمل الهندسى

تدبير احتياجات الصيانة
من قطع الغيار

تاريخ إصدار أصول العمل الألمانية أكتوبر 1981 والتعريب أغسطس 1993

جمعية المهندسين الميكانيكيين	أسس ومبادئ وأساليب أصول العمل الهندسى	تعريب أصول العمل VDI 1000

المحتويات — الصفحة

بند

قام بالتعريب وبالمراجعة

الأستاذ الدكتور مهندس / على محمد كامل

Translated and revised by

Prof Dr. Eng. Ali M. Kamil, VDI

تقديم وتبرير تعريب أصول العمل الهندسى التى تصدرها جمعية المهندسين الالمان VDI

وجدت أن الوقت قد حان لكى أحرر هذا التقديم بصفتى قائماً منذ سنة 1980 بتنسيق مجهودات زملائى رواد حركة نقل وتطبيع ملامح التكنولوجيا الألمانية المناسبة للوجدان العربى عن طريق تعريب أصول العمل الهندسى التى تصدرها جمعية المهندسين الالمان VDI .

ومعظم محتوى هذه الكراسة مشتق من كراسة أصول العمل الألمانية رقم 1000 التى توصف هذه المجموعة من الفكر والخبرة الألمانية . وقد أضفت إليها تعريب منظومة الوحدات والكميات المستخدمة من خلال أصول العمل الهندسى الألمانية وهى المنظومة الدولية المعتمدة في ألمانيا منذ 2 يوليو 1969 .

على محمد كامل

1 التعريف بموضوع أصول العمل الهندسى

1-1 مجال اشتغال جمعية المهندسين الالمان VDI بأصول العمل الهندسى

تطبق البنود التالية على عمل الأقسام الهندسية والمهنية بالجمعية وعلى اشتراكها مع هيئات أخرى خارج الجمعية في نفس المجال .

وتهدف تلك البنود إلى تعريف القائمين بالعمل في هذا المجال بالغرض من إصدار أصول العمل الهندسى وبأسلوبها وبطرق وضعها .

1-2 الغرض من وضع أصول العمل الهندسى

تقدم جمعية الألمان بمحض إختيارها وتحت مسئوليتها هذه الأصول في سبيل تنميط قواعد الحلول الهندسية المقبولة في إطار النظم التى تضعها هيئة التقييس الألمانية DIN والتى تعترف المحافل الدولية بتطبيقها على مختلف النواحى الهندسية .

1-3 أسلوب VDI في وضع أصول العمل الهندسى

يقوم أعضاء اللجان الهنسية بالجمعية بإصدار هذه الاصول بعد تحقيقها بمعرفة الهيئات المعنية لتخدم العشيرة الهندسية كمراجع للعمل الهندسى ولاتخاذ القرارات بشأنه دون أن تكون قد اتخذت بعد الصفة المعيارية .

وللمهندس أن يسترشد بهذه الأصول ويختار منها ما يناسب طبيعة عمله :

فهى تتناول الحلول الهندسية والاقتصادية للمسائل النظرية والتطبيقية وتشير إلى النزعات الهندسية الحاضرة والمستقبلية والتى لازالت قيد التطوير . وهى بذلك تدعم تبادل الخبرات ونقل التكنولوجيا بين المنشآت الهندسية الكبيرة التى تملك إدارات للبحث والتطوير وبين المنشآت الصغيرة ، وكذلك بين الهيئات العلمية والبحثية والصناعية والحكومية على المستوى الوطنى والدولى . ومما يذكر أن هذا التعاون العلمى قائم على اساس تطوع ذوى الخبرة . ورغم أن نتائجه تعلن أولاً بأول فإن الاستناد إليها لايعفى أحداً من مسئوليته الشخصية عن عمله الذى يقوم به .

ولتسهيل التفاهم بين الأوساط الهندسية فقد تصدر هذه الأصول بأكثر من لغة ، إلا أن الأصل الألمانى هو لذى يعتد به .

2 تنظيم وضع أصول العمل الهندسى

تحدد الأقسام الهندسية بالجمعية أصول العمل المطلوب وضعها واللجان التى يطلب منها القيام بذلك تحت مسئولية الأقسام. وتساعدها أمانة فنية دائمة .

3 مبادئ وضع أصول العمل الهندسى

يتعاون في وضع أى أصول عمل هندسية أعضاء في الجمعية ترشحهم بناء على خبرتهم ومؤهلاتهم مؤسسات الصناعة والجامعات والهيئات الحكومية للمدة التى يستغرقها وضع تلك الأصول بحيث لا تتعدى هذه المدة خمس سنوات - ويجوز إعادة اختيارهم إذا إحتاج الأمر لذلك .

وهم أحرار في التعبير عن آرائهم الشخصية أو عن اتجاهات الهيئات التى يمثلونها ، ويتقاسمون العمل في لجان تأخذ هذه الاتجاهات في الإعتبار كلما أمكن ذلك ، ويتخذون قراراتهم بالأغلبية ويرصدونها في محاضر يعتمدها الأعضاء وتنشر بعد موافقة رئيس اللجنة المختصة .

4 إرشادات لأعضاء لجان وضع أصول العمل الهندسى

4-1 تفحص مقترحات بمواضيع أصول العمل بمعرفة اللجان المختصة لتبين الحاجة إلى إصدراها.في إطار الاتفاق بين هيئة التقييس DIN وجمعية المهندسين VDI ويبدأ العمل فيها إذا لاقت قبولا لدى الأطراف المعنية بإصدارها.

ويسبق إصدار الطبعة البيضاء النهائية من أى أصول عمل هندسية القيام بنشر مسودة على شكل طبعة خضراء يعلن عنها في الصحيفة المخصصة لأصول العمل .

4-2- 3,4- خطة وضع أصول العمل

تناقش خطة أصول العمل في اللجنة المختصة وتوضع في نسق متفق مع مشاريع هيئة التقييس وغير متعارض مع القوانين المعمول بها ولو أنها قد تتضمن حصيلة التطورات الحديثة . ثم يوافق عليها رئيس الإدارة المختصة بالجمعية .

4-4 الإعتراضات

يعقب إصدار الطبعة الخضراء إعطاء فرصة لتلقى الاعتراضات عليها لا تقل عن (4) اشهر . ويجرى بعد ذلك فحص الإعتراضات والتعليقات عليها ويتخذ بشأنها قرارات تضمن في الطبعة البيضاء التى تحوى الصيغة النهائية لكراسة أصول العمل.

4-5 الطبعة البيضاء

تتضمن هذه الطبعة الصيغة النهائية لكراسة أصول العمل الهندسى التى يوافق عليها نهائياً رئيس اللجنة المختصة بالموضوع.

4-6 إنهاء عمل اللجنة المختصة بالموضوع

ينتهى عمل اللجنة بصدور قرار الموافقة على إصدار الطبعة البيضاء . وقد تستمر اللجنة بعد ذلك للقيام بأعمال جديدة في نطاق تخصصها أو لإعادة النظر في الموضوع الأصلى .

4-7 تحديث وتطوير كراسات أصول العمل

يداوم تحديث وتطوير أصول العمل لتظل مواكبة لتقدم الخبرة في موضوعها . وهى تفحص على اى حال كل خمس سنوات في ضوء التقدم التكنولوجى . فإذا تبين من هذا الفحص إنها أصبحت ذات طابع معيارى يجرى إدخالها في منظومة التقييس DIN طبقاً للاتفاق معها .

ولجمعية المهندسين VDI حق الإعلان في صحيفة التقييس عن استرجاع أى كراسة أصول عمل دون استبدالها إذا رأت ذلك.

أما إصدار طبعة جديدة من كراسة أصول عمل فيترتب عليه إحلالها محل الطبقة السابقة لها . ولا يسرى ذلك طالما كانت الطبعة الجديدة في صورة مسودة خضراء .

5 طبع ونشر أصول العمل الهندسى

تتكون مجموعة أصول العمل الهندسى التى تصدرها VDI من عدة أدلة يحتوى كل منها على عدد من الكراسات المتخصصة في قطاع هندسى معين ، وتقوم بنشرها مؤسسة النشر التابعة لجمعية المهندسين الالمان .

ويعلن عن كل إصدار جديد لمسودة أو لكراسة أصول عمل في صحيفة التقييس وفي جريدة جمعية المهندسين الالمان والجرائد الهندسية الأخرى .

وتقوم الإدارات الهندسية والتعليمية بجمعية المهندسين الألمان بالترويج لأصول العمل الهندسى ونشر تطبيقاتها .

6 حقوق إصدار أصول العمل الهندسى

تقوم جمعية المهندسين الألمان بنشر أصول العمل الهندسى ، وتحتفظ بكافة حقوق طبع مسوداتها وكراساتها وبالتالى حقوق استنساخها وتوزيعها ومواصلة إصدراها لمواكبة التقدم في العلوم والهندسة .

وتعتبر المشاركة في أنشطة أصول العمل الهندسى التى تصدرها VDI إقراراً بإضفاء كافة حقوق الانتفاع والاستغلال على جمعية المهندبسين الألمان .

وأى مطالبة بأحقية شخصية في إنتاج أصول العمل يتعارض مع روح الفريق الذى بنى عليه هذا العمل .

وفي حالات استناد أصول العمل إلى براءات اختراع تملكها هيئات أو إلى أعمال متكاملة من معاهد علمية قد يستدعى الأمر تبادل الاتفاق مع هذه الجهات .

منظومة وحدات القياس الدولية

7 الوحدات الدولية الأساسية

الكمية	الوحدة	الرمز	الكمية	الوحدة	الرمز	الكمية	الوحدة	الرمز	الكمية	الوحدة	الرمز
الطول	متر	m	الزمن	ثانية	S	درجة الحرارة المطلقة	كلفن	K	كمية المادة	مول	mol
الكتلة	كيلو جرام	kg	التيار الكهربائى	امبير	A	شدة الاضاءة	كندلا	cd			

بادئات كسور الوحدات ومضاعفاتها العشرية

بادئات الكسور		الأس العشرى	المصطلحات	بادئات المضاعفات		الأس العشرى	المصطلحات
آتو	a	- - 18	جزء من تريليون	ديكا	da	1	عشرة
فيمتو	f	- - 16	جزء من بليار	هكتو	h	2	مائة
بيكو	p	- - 12	جزء من بليون	كيلو	k	3	الف
نانو	n	- - 9	جزء من مليار	ميجا	M	6	مليون
ميكرو	μ	- - 6	جزء من مليون	جيجا	G	9	مليار
مللى	m	- - 3	جزء من الف	تيرا	T	12	بليون
سنتى	c	- - 2	جزء من مائة	بيتا	P	15	بليارد
ديسى	d	- - 1	جزء من عشرة	اكسا	E	18	تريليون

الوحدات المركبة والمشتقة

الحجم : litre [l] = 10^{-3} [m^3] لتر   الزاوية نصف القطرية radian [rad] = 180 [°] / π = 57,3 [°]

الكثافة : كتلة وحدة الحجوم ρ [Kg m^{-3}]   steradian [sr] = $\left[\frac{1\ m^2 \text{ spherical surface}}{1\ m^2 \text{ sphere radius}^2}\right]$

عزم القصور الذاتى : J = (mass) (radius of inertia)^2 = m i^2 [kg m^2]

المدة الزمنية : hour [h = 60 min] ساعة   minute [min = 60 s] دقيقة

year [a = 365 d = 8760 h] سنة   day [d = 24 h] يوم

التردد : frequency f Herz [Hz = s^{-1}]   rotational speed n [s^{-1}], [min^{-1}] سرعة الدوران

التردد الدائرى : ω = 2 π f [s^{-1}]   التسارع الزاوى : circular acceleration d [rad s^{-1}]

السرعة الخطية : velocity v [m s^{-1} = 3,6 km h^{-1}]   acceleration a [m s^{-2}]

القـــوة : force F Newton [N = kg ms^{-2}], dyne [dyn = 10^{-5} N], ton [t = 10^4 N]

الضغط : p Pascal [Pa = N m^{-2}], M Pa = [mm^{-2}]   الضغط المطلق: absolute press. p [10^5 N m^{-2}]

الطاقـــة : energy E Joule [J = N m = Watt sec = Ws], [kW h = 3,6 MJ]

العـــزم : Moment M [N m]   القدرة : energy rate [W], [kW] تدفق الطاقة والحرارة

اللزوجـــة : [centipoise cP = m Pas] , [Poise = 0,1 Pa s] dynamic viscosity η لزوجة التحرك

kinematic viscosity $\frac{\eta}{\rho}$ = v [m^2 s^{-1} = Pa s / (kg/m^3)] , [c Stoke = c St = mm^2 s^{-1}] لزوجة الحركة

الكميات الحرارية : درجة الحرارة وفروق درجات الحرارة
- T [kelvin = K] درجة مطلقة
- t [°C] درجة مئوية

temperature & temp. diffce. (△T = △t)

الحرارة النوعية : sp. ht. c [J/(kg K)]   التوصيلة الحرارية therm. conductivity [W/(m K)] = 3,6 kJ/(mh K)]

الكميات الكهربائية : التيار current Ampere [A]   فرق الجهد voltage U volt [V]

التوصيلية conductance G [siemens = S = A/V = 1/Ω]

المقاومة elect. resist. R [ohm = Ω]   الكمية Quantity Q [coulomb = C = As]

السعة capacity C [farad = F = C/V]   شدة الفيض elect. flux density D [C m^{-2}]

غزارة المجال field strength E [V/m]

الكميات المغناطيسية : الفيض flux φ [Weber = Wb = V s]

الحث flux density B [Tesla = T = Wb m^{-2}]

المحاثة : inductance L [Henry = H = Wb/A] شدة المجال field strength H [A/m]

كميات الإضاءة : الدفق من مصدر إضاءة luminous flux ϕ [lumen = lm]

شدة إضاءة سطح $I = \frac{\phi}{\Omega}$ [cd] حيث الزاوية الفضائية المقابلة للسطح عند المصدر = Ω

شدة إستضاءة سطح illumination E [lm m^{-2} = lux = lx] $= \frac{\phi}{A2}$ حيث مساحة السطح المضاء = A2

نصوح الضوء المبتعث luminace L [cd/m^2]

تاريخ إصدار الأصل الالمانى يونيو 1987 والمعرب يناير 1993

جمعية المهندسين الميكانيكيين	تدبير احتياجات الصيانة من قطع الغيار	تعريب أصول العمل VDI 2892

المحتويات

الصفحة

بند

قام بالتعريب الأستاذ الدكتور مهندس/عبدالمجيد عامر
والمهندس/ حسين كامل محمود ناصف
وبالمراجعة : الأستاذ الدكتور مهندس/علي محمد كامل
واعتمدت النص المعرب جمعية المهندسين الالمان
بدوسلدورف بالمانيا .
ورخصت لجمعية المهندسين الميكانيكيين بالقاهرة / ج . م . ع
بطبع هذه الأصول

Translated by Prof Dr. Eng **Abdel Megid Amer**
and Eng. **Hussein Kamel M. Nassef**
Revised By Prof Dr. Eng. **Ali M. Kamil, VDI**
Translation authorised by VDI, Duesseldorf, Germany.
Approved duplication for
Society of Mechanical Engineers, Caior, ARE.

مقدمة

يتيح تدبير قطع الغيار اللازمة لمعدات الانتاج في الوقت المناسب استمرارها في أداء وظيفتها والحفاظ على قيمتها ، وبذا يضمن استعدادها للعمل عند الطلب بكفاية وبالتالى تشغيلها اقتصادياً . وتهدف أصول العمل الحالية إلى تبيان تاثير تدبير قطع الغيار على سير عملية الصيانة .

ولذلك سيركز هنا على ما يلى (قارن : تسلسل المعلومات وحركة المواد في الملحق رقم 1) :

- الهدف والمسئوليات والاشتراطات .
- إختيار مكونات الرصيد المطلوب من قطع الغيار .
- مداركتها وتخزينها ومسك دفاتر عن حركتها .
- إعدادها وعمل فهارس لها يسهل استعمالها .
- كتابة تقارير وتحاليل عنها .

وسيجرى في هذه الأصول توصيف الإجراءات والوسائل اللازمة لتخطيط تدبير قطع الغيار ومراقبته واستمرار العمل على تحسينه .

وتظهر فوائد أصول العمل هذه بوضوح على الأخص عند إنشاء أو إعادة تنظيم عملية تدبير قطع الغيار . كما تظهر فوائدها أيضاً عند ميكنة هذه العملية لغرض السرعة والإقلال من الإجراءات الورقية .

1 - قطع الغيار المعنية

هذه القطع واردة في المواصفات القياسية الألمانية رقم DIN 31051, DIN 24420 وهى التى تلزم لصيانة الآلات والمعدات ولاتشمل الخامات والمواد المساعدة .

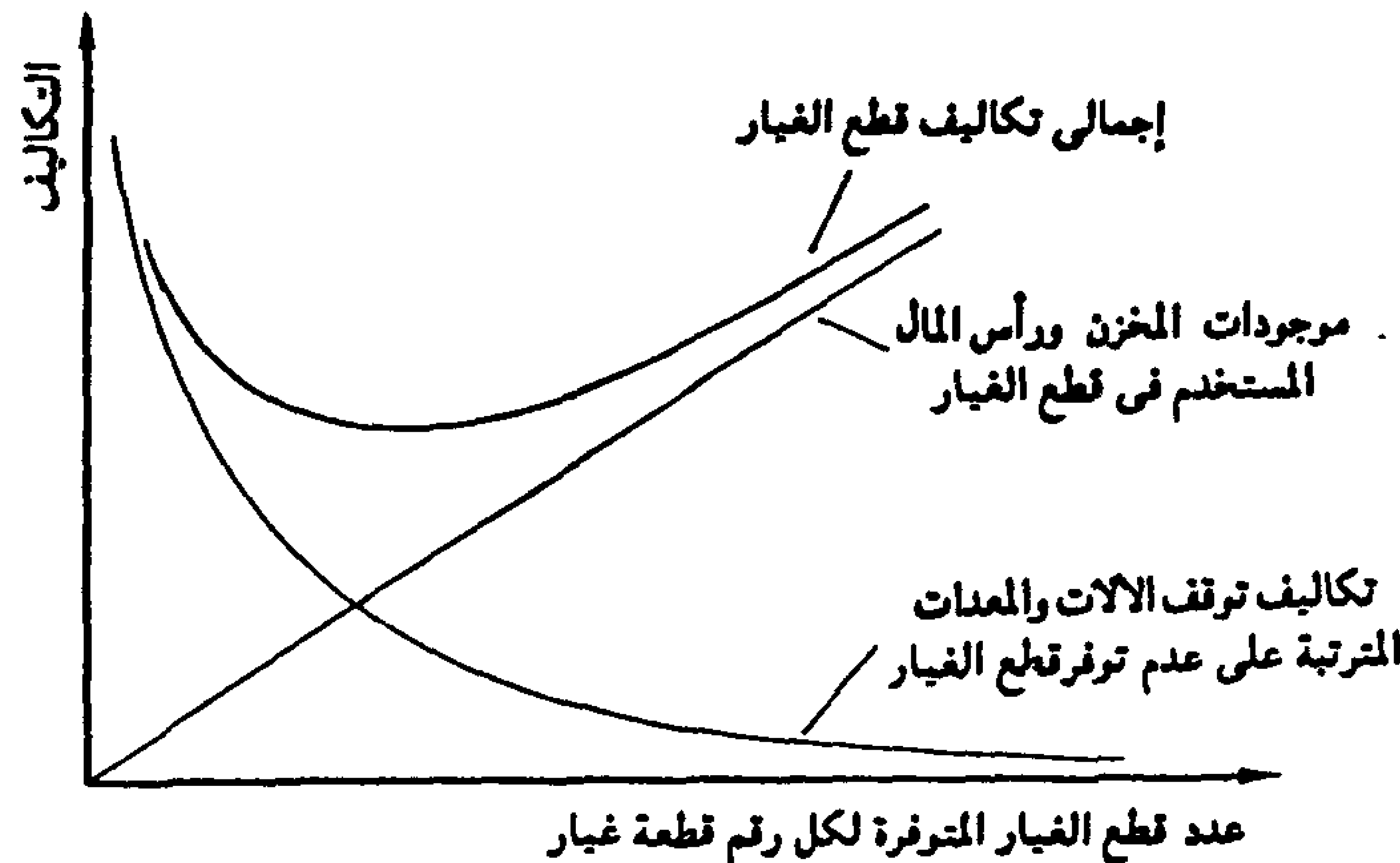
2 - أسس التدبير

2-1 سمات المشكلة وأهدافها

لضمان استعداد الآلات والمعدات للقيام بعملها يجب التاكد من تواجد قطع غيارها في الوقت المناسب وبالكميات المطلوبة.

ومن حيث التكاليف يتضح من شكل (1) ما يلى :

- تزداد تكاليف تخزين قطع الغيار ورأس المال اللازم لها كلما زاد عددها وقصرت مدة الاحتفاظ بها .



شكل (1) العلاقة بين المخزون من نوع معين من قطع الغيار والتكاليف

- تقل تكاليف توقف الآلات والمعدات كلما توفرت قطعة الغيار المطلوبة بسرعة ، أى أن تكاليف توقف الماكينات تكون أقل كلما كانت قطع الغيار متاحة في اللحظة المناسبة وبالكمية المطلوبة .

ولهذا ، وعلى العكس من مخازن المنتجات ومخازن المواد فإن لمخزن قطع الغيار مقاييس تقييم مختلفة .

ويجب اتخاذ إجراءات مناسبة لاختيار قطع الغيار التى ستخزن وتحديد كميتها حتى تصبح تكاليف استغلالها اقتصادية . وكذلك يجب مراعاة أصول العمل بالنسبة للسلامة وخصائص المصنع .

2-2 تعريف قطع الغيار وتصنيفها

قطع الغيار حسب المواصفه DIN 24420 هى أجزاء أو مجموعات منتجات نهائية الغرض منها أن تحل محل الأجزاء المتآكلة أو الناقصة في الآلة أو المعدة. وحسب المواصفة DIN 24420 فإنه يمكن تقسيم قطع الغيار إلى قطع احتياطية وقطع للاستعمال أو إلى أجزاء صغيرة .

وقد يتطلب تشغيل المصنع تقسيمها كما يلى :

أ - حسب مصدرها مثل :

- قطع غيار أصلية .
- قطع غيار عادية موجودة في السوق .
- أجزاء نمطية .
- أجزاء مصنعة من شركات أخرى (غير الشركة المنتجة للآلة نفسها).
- أجزاء مصنعة في المصنع المستخدم للآلة أو المعدة .

ب - أو حسب حالتها مثل :

- قطع غيار جديدة .
- قطع غيار مستعملة .
- قطع غيار مجهزة .
- قطع غيار نصف مصنعة .

2-3 المسئوليات والاشتراطات المتعلقة بالتدبير

في إدارة قطع الغيار يجب مراعاة الجوانب الآتية :

- إقتصاديات المصنع وتخطيط الأموال اللازمة للتشغيل .
- الصيانة .
- الإعداد .
- الشراء .
- التخزين .
- الحسابات .
- التوحيد .

ويتطلب إعداد قطع الغيار اقتصادياً تحديد ما يلى :

1 - الواجبات والمسئوليات وخطة العمل لكل المشاركين .

2 - العمالة اللازمة لتنفيذ الواجبات .

3 - معلومات عن الآلات والمعدات المتوفرة .

4 - الوسائل المساعدة في الإدارة (الوسائل التنظيمية المساعدة) .
5 - إمكانيات التخزين الموافقة للمواصفات .
6 - الوثائق الخاصة بالصيانة .

ويجب على إدارة المصنع التأكد من تحديد الاختصاصات وإتمام الإجراءات الواجبة لتنفيذ التدابير اللازمة .

ويبين الملحق (2) الواجبات المطلوبة في إدارة قطع الغيار وهى مرتبة على سبيل المثال حسب مجال كل واجب منها .

2-4 وسائل التنظيم اليدوية والآلية

تمشياً مع ما وصل إليه العلم اليوم ، فإنه يمكن استخدام الحاسب الآلى اقتصادياً لتقليل كميات قطع الغيار . كما يضيف استخدام الحاسب الآلى مزايا أخرى بالمقارنة بالطرق العادية (اليدوية) نذكر منها ما يلى :

- القيام بالطلب .
- مراقبة المخزون .
- تحضير الفهارس اللازمة والتقارير (قارن الأجزاء رقم 3 حتى 8) .

ولذلك فإنه في أصول العمل هذه سيتم الكلام عن الطرق العادية وكذلك عن الطرق المستخدمة بالحاسبات الآلية .

ويوضح شكل (2) مقارنة بين الطرق العادية وطرق الاستعانة بالحاسب الآلى .

3 - إختيار واستلام قطع الغيار

3-1 إعداد مستندات الصيانة اللازمة لقطع الغيار

يجب إعداد المستندات اللازمة للصيانة عن طريق قسم المشتريات أو قسم تخطيط لوازم التشغيل وذلك لكل آلة أو معدة واردة من كل منتج أو مورد حسب DIN 24240 كما يلى :

- قائمة القطع اللازمة توصيات المورد بخصوص قطع الغيار .
- الرسومات الفنية .
- وصف المهمة أو الوظيفة الخاصة ، تعليمات التشغيل والصيانة .
- معلومات عن المواد المساعدة والعدد الخاصة اللازمة .

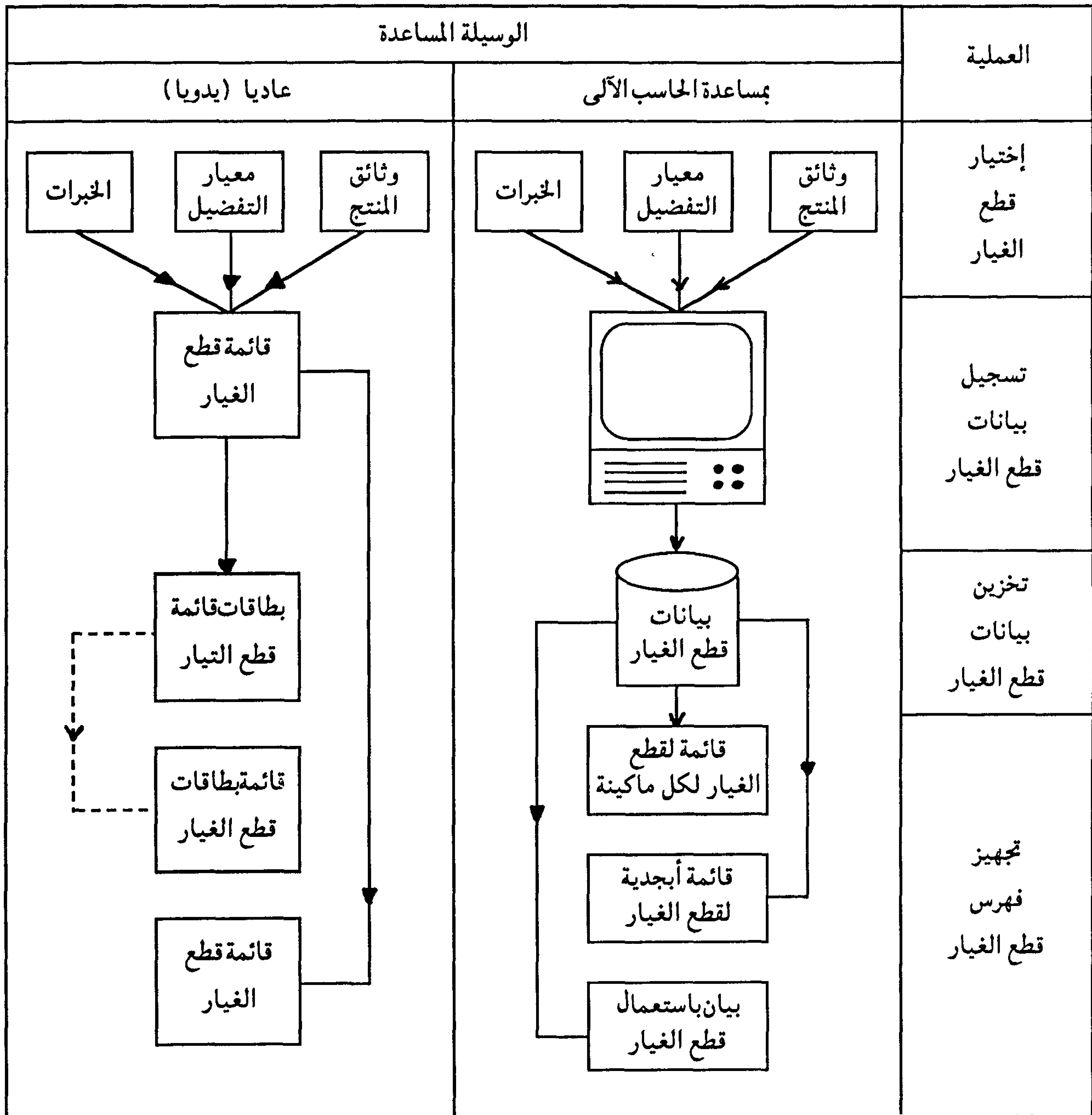
وعند اللزوم يجب الاتفاق مع منتج الآلة أو موردها على نوع وشكل هذه المستندات (قارن أصول العمل VDI 3227) . ويجب وصف الأجزاء النمطية أو التى يمكن توحيدها قياسياً . وبالنسبة للأجزاء المشتراه ، فإنه يجب بصفة خاصة إعطاء بيانات المنتج الأصلى للأجزاء .

3-2 اختيار قطع الغيار وتحديد الكميات المطلوبة منها

وبمساعدة هذه المستندات يقوم قسم الصيانة ، وعند اللزوم، بالاشتراك مع المشرف على التشغيل ، باختيار الأجزاء الخاصة بالآلة أو المعدة التى قد تلزم كقطع غيار . ويحدد لأول مرة الكمية التى قد يتطلبها الاحتياج السنوى أو أقل رصيد يجب توفره .

وهنا يحتاج الأمر على وجه خاص إلى البيانات الآتية :

- المدة المخطط أن تكون الآلة أو المعدة خلالها تحت التصرف (العمر الافتراضى للآلة أو المعدة) .
- الآلات الهامة التى تمثل نقط اختناق والتى تعمل ساعات كثيرة وكذلك تلك المرتبطة بغيرها بدرجة كبيرة .



شكل (2) مقارنة بين طريقة إدارة الغيار بالاستعانة بالحاسب الآلى والطريقة العادية (اليدوية) ويمكن عند الاستعانة بالحاسب الآلى أن يظهر فهرس قطع الغيار على الشاشة أو أن يطبع فى قوائم

- مدة تشغيل وإراحة المعدات والآلات .
- إحتمالات عطل الآلات أو المعدات (عدد الأجزاء المكونة للآلة أو المعدة - مدى النضج الفنى) .
- مخاطر تعطل الإنتاج .
- الإشترطات القانونية التى تحدد الكمية اللازمة من قطع الغيار لنفس الغرض .
- عدد القطع المتشابهة .
- سعر قطعة الغيار .
- مدة الإنتاج أو مدة التوريد .
- العمر الافتراضى للقطع .
  - زمن البرى أو الزمن الذى ستنكسر فيه القطعة (راجع DIN 31051) .
  - الإستهلاك والتآكل .
  - العمر الافتراضى للقطعة بالنسبة للعمر الافتراضى للآلة أو المعدة .
  - توصيات المنتج والشروط البناءة المحددة .
- إمكانية إصلاح جزء ما عن طريق عمال قسم الصيانة .
- إمكانية ارتجال إجراءات وقتية .

3-3 تسجيل البيانات الأساسية لقطع الغيار

يتم التعرف كخطوة أولى ، وبمساعدة فهرس قطع الغيار الأبجدى (راجع الجزء 2 - 4 - 3)، عما إذا كان هذا الجزء يورد فعلاً كقطع غيار . وفي هذه الحالة تستكمل الاستعمالات الأخرى له والكمية المخطط احتياجها .

أما إذا لم يكن يجرى توريده بعد كقطع غيار ، فتؤخذ مستنداته من البيانات الأساسية في الجزء 1 - 3 . وتوجد هذه في حالة استخدام الطريقة اليدوية أو العادية ، مدونة في قائمة الغيار لكل آلة أو معدة حسب الصورة رقم 3 في الجزء 1 - 4 - 3 ثم تدون في بطاقات مخزن قطع الغيار . أما في حالة الاستعانة بالحاسب الآلى فإنه يتم إدخال البيانات الأساسية في بيانات قطع الغيار .

1 - 3 - 3 البيانات الأساسية

في الملحق رقم 3 جمعت على سبيل المثال البيانات الأساسية لقطع الغيار . وفيما يلى سنشرح أهم البيانات الأساسية اللازمة لمداركة قطع الغيار وتجهيز الفهارس اللازمة لها . وينطبق الترقيم الخاص بالمدلولات المشروحة فيما بعد على الخانات في شكل 3.

1 - يستخدم رقم قطعة الغيار المستعمل عند استلامها في قائمة قطع الغيار أو بيانات قطع الغيار بما يضمن لها مسمى لايختلف عليه . ويجب كلما أمكن أن يكون الرقم أقصر ما يمكن (على سبيل المثال من سبعة أرقام) وأن يجرى استخدامه على الدوام . أما استخدام ما يسمى مفاتيح ناطقة لأرقام قطع الغيار فأمر غير عملى حيث :

- تحتاج هذه الترقيمات إلى عدد أكبر من الحروف والأرقام .
- يحتاج فك هذه الرموز إلى جهد إدارى كبير .
- خطر الفشل في هذا الأسلوب كبير .

وفي كثير من الأحيان يجب عند ترقيم قطع الغيار مراعاة نظم الترقيم المتبعة داخل المصنع وبالتالى استخدامها . كما أنه من المفيد بالإضافة إلى وضع رقم الجزء أن يتم تقسيم قطع الغيار إلى نوعيات حسب ما ورد في الجزء 2 - 3 - 3 .

2 - يمكن أن تؤخذ تسمية الجزء من مستندات الموردين أو المنتجين . وفي هذه الحالة يجب أن تكون خالية بقدر الإمكان من

التحيز لمورد معين . أما بالنسبة للأجزاء النمطية فيجب استعمال رموز التوحيد .

3 - عند وضع البيانات الوصفية فيجب مراعاة أنها بيانات فنية بالدرجة الأولى تستخدم للبحث عن نفس قطع الغيار أو قطع مماثلة . ويجب أن يكون لها دور رئيسى داخل البيانات الأساسية لقطع الغيار . ولا يجب التغاضى بأى حال عن الوصف الكافى . وتؤخذ توصيفات العلامات المميزة باستخدام العلامات الموضوعيه (قارن الجزء 2 - 3 - 3)، وبهذا يمكن الأستغناء عن العديد من الاستفسارات المستهلكة للوقت بين المشترى والمورد .

4 - يجب على المورد أن يذكر إسم منتج الجزء أو قطعة الغيار وليس إسم منتج الآلة أو المعدة . وعند شراء آلة أو معدة فيجب على منتجها أن يذكر البيانات الكافية التى تمكن من الشراء المباشر لكل جزء من الأجزاء (إسم المنتج ، عنوانه ، رقم الطلب في قائمة قطع الغيار) .

5 - يؤخذ ثمن الوحدة من عرض أسعار أو يتم تقديره ، على أن يجرى ضبطه بعد توريدها فعلاً .

6 - تستخدم كوحدة للكمية في معظم المؤسسات المختصرات الواردة في DIN 66030 وكذلك DIN 1301 .

7 - يحدد الاحتياج السنوى أو أقل رصيد لقطعة الغيار حسب الجزء 2 - 3 ، ويتم ذلك بواسطة الصيانة .

8 - البيانات الأخرى الخاصة بالمصنع :

- أجزاء لها أولويات خاصة « مثل السلامة - المخاطر » .
- أجزاء يمكن أو يجب إصلاحها داخلياً بواسطة الصيانة .
- أجزاء لم يعد في الإمكان توريدها .
- أسلوب المداركة « آلى - يدوى - بعد الرجوع للصيانة - عدم طلب متابعة التوريد .. الخ » .
- أقل كمية للصرف .
- القدرة المحدودة للتخزين وكذلك الخدمة الواجبة .

2 - 3 - 3 تصنيف قطع الغيار

كثيراً ما يكون لقطع الغيار المتشابهة اسماء مختلفة في الحياة العملية . وحتى يمكن التعرف على تشابه هذه الأجزاء وبالتالى استعمالها ، فإنه يجب تحديد مجموعة قطع الغيار عند الاختيار والاستلام . ومجموعات قطع الغيار هى تعبير عام مثل مسامير ، محاور ، محركات ثلاثية الأوجه . ويجب إعداد فهرس ترتب فيه قطع الغيار أبجدياً . وعند وضع البيانات الأساسية تدرج مجموعة قطعة الغيار وتدون كعلامة للتصنيف بجانب رقم قطعة الغيار .

وللحفاظ على توثيق موحد للبيانات الفنية لقطع الغيار يمكن أن تضاف العلامات الجزئية المميزة « علامات موضوعية » لكل مجموعة قطع غيار وذلك في فهرس مجاميع قطع الغيار وبترتيب أبجدى . ويمكن اتباع هذا طبقاً لما ورد في DIN 4000 . وعند تسجيل البيانات الأساسية تدون البيانات الفنية بالترتيب مع مجاميع قطع الغيار .

وعلى هذا الأساس يتم إدراج قطع الغيار ذات البيانات الفنية المتشابهة مع بعضها ، على سبيل المثال في الفهرس الأبجدى ، حتى يكتشف ازدواج الترقيم لمنعه وكذلك لتسهيل إيجاد رقم القطعة عند الصرف من المخازن .

4 - 3 إعداد فهارس قطع الغيار المطلوبة

فهارس قطع الغيار هى تجميع للبيانات الأساسية حسب معايير محددة . وإذا لم تكن قطع الغيار كثيرة العدد فإنه من المستحسن اقتصادياً أن تعمل فهارس قطع الغيار بالطريقة العادية أى اليدوية وذلك بعمل قوائم وبطاقات يدوياً . وفي العادة فإن استخدام الحاسب الآلى يكون مفيداً إذ يمكن تجهيز البيانات المطلوبة بسرعة على شاشة الجهاز أو من الطابعة حسب التنويع المختلف واختيار البيانات الاساسية . ولتحقيق الواجبات المطلوبة من الصيانة يحتاج الأمر تواجد الفهارس الموضحة فيمابعد.

3 - 4 - 1 قائمة قطع غيار خاصة بكل ماكينة أو معدة

تبينَ في قائمة قطع الغيار لكل ماكينة أو معدة البيانات الأساسية لكل قطعة معينة لهذه الآلة أو المعدة (الشكل 3) ، ومن المفيد أن يتبع التقسيم حسب المجاميع المكونة لبناء الماكينة أو المعدة .

وتستعمل قائمة قطع الغيار في الآتى :

- عند تخطيط عملية الصيانة أو تجهيز العمل .
- عند عمل تغييرات فنية للآلة أو المعدة .
- عند تكهين الآلة أو المعدة .
- للكشف عن رقم قطع الغيار على سبيل المثال عند طلبها .

3 - 4 - 2 الفهرس الأبجدى لقطع الغيار

يحوى هذا الفهرس جميع قطع الغيار بالترتيب الأبجدى لأسماء هذه القطع . وإذا كانت قطع الغيار قد تم تصنيفها حسب الباب 2 - 2 - 3 ، فيمكن تصنيف البيانات الأساسية لقطع الغيار بحيث تدرج نفس قطع الغيار أو القطع تحت بعضها مما يسهل إيجاد أرقام القطع . ويتم ذلك عن طريق إدراج القطع أولاً بالترتيب الأبجدى لمجاميع قطع الغيار ، وداخل مجاميع قطع الغيار تبين كل قطعة غيار حسب بياناتها الفنية .

ويستعمل الفهرس الأبجدى في الآتى :

- للحصول على رقم قطعة الغيار .
- عند استلام جديد لقطع غيار حتى يمكن التاكد مما إذا كانت هذه القطع موجودة ومستخدمة .
- عند الاحتياج غير المخطط له ، للتاكد مما إذا كانت القطعة المحتاج إليها أو ما يشابهها تستخدم .

رقم الجرد :		قائمة قطع الغيار				قسم صيانة :	
رقم قطعة الغيار	اسم القطعة	بيانات وصف القطعة (البيانات الفنية)	المورد أو المنتج	السعر	الوحدة	الإحتياج السنوى أو اقل رصيد	بيانات اخرى
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	

شكل (3) نموذج قائمة قطع الغيار

- لتوحيد (تنميط) قطع الغيار بغرض تخفيض الرصيد أو تقليل عدد أرقام القطع .

3 - 4 - 3 دليل استخدام قطع الغيار

يبين في دليل استخدام قطع الغيار لأى آلة أو معدة تستخدم قطعة الغيار . ويستعمل دليل الاستخدام فيما يلى :

- لتخطيط الرصيد المخزنى قارن الجزء (1 - 4) .
- عند الرغبة في صرف قطعة من المخزن لآلة أو معدة لم تكن القطعة المعنية مخصصة لها . وفي هذه الحالة يجب أن تراعى المخاطرة التى قد تنشأ عن ذلك بالنسبة للماكينة أو الآلة المخصص لها هذه القطعة أصلاً .
- عند إجراء تغييرات فنية لقطعة الغيار على سبيل المثال لتحاشى أو إبعاد النقاط الضعيفة فيها أو تغيير برنامج التوريد لدى المنتج .

- عند وقف استخدام الآلة أو المعدة للتأكد مما إذا كانت هناك قطع غيار يجب أن تسحب ، أو للتأكد من وجود ما يكفى من الرصيد لماكينات أخرى موجودة ، أو لتخفيض هذا الرصيد .

4 مداركة قطع الغيار المطلوبة

تتم مداركة قطع الغيار المطلوبة للصيانة أساساً بطريقتين مختلفتين :

- بشكل منفرد وذلك بالطلب عند الحاجة .
- بتكوين رصيد مخزنى من القطعة المطلوبة .

ويجب أن تكون كل قطع الغيار المختارة حسب الفصل 2 - 3 متوفرة في مخزن قطع الغيار .

4 - 1 تخطيط الارصدة

عند تخطيط الرصيد تحدد كميات قطع الغيار اللازم تخزينها حسب المعايير الآتية :

- الاحتياجات المنتظرة .
- احتياجات الصيانة المخططة (على سبيل المثال : الاحتياجات السنوية) .
- تكرارية الاحتياج والموعد المخطط للاستعمال .
- تعدد الاستعمالات .
- عدد المخازن التى ستخزن فيها القطع .
- مدة التوريد .
- أقل كمية يسمح بصرفها من الرصيد (مثلاً عندما تكون زوجية) .
- أقل كمية من توريدها وحجم التعبئة وزيادة السعر للكميات القليلة .
- سعة المخزن .
- إمكانية تتابع التوريد .

ويجهز تخطيط الرصيد بمعرفة العاملين في قسم الإصلاحات أو من المختصين وبالتعاون اللصيق مع قسم الصيانة .

4 - 2 تجهيز الطلبيات

أثبتت الاعتبارات الآتية أهميتها عند مداركة قطع الغيار . فيجب أولاً أن تقارن الكمية المطلوب تخزينها (الاحتياج السنوى - أقل رصيد واجب) مع الكمية الحقيقية الموجودة في الرصيد لهذه القطع . وبالنسبة للكمية الفعلية الناتجة من العملية السابقة تجهز طلبية الشراء بالبيانات الآتية :

- رقم قطعة الغيار .
- رمز قطع الغيار .
- بيانات وصف القطعة .
- الكمية المطلوبة .
- موعد الاحتياج .
- مدى الاستعجال .
- المورد المقترح .
- علامة الاختبار النوعى للبضاعة عند تسلمها .

وتؤخذ هذه المعلومات ما أمكن من البيانات الأساسية لقطع الغيار . وبالنسبة لقطع الغيار التى يمكن إرجاع قطعة منها

للمخزن بعد إصلاحها وإضافتها لرصيد المخزن ، فإنه يجب إعادة النظر في ضرورة الطلبية .

ولتجنب زيادة مصاريف التوريد بالنسبة لمصاريف قطع الغيار يجب التحقق من معدل تكرارية الطلبيات وكمية الطلبية لكل قطعة غيار بطريقة مناسبة (على سبيل المثال بتقسيمها إلى أ ، ب ، جـ) .

وتحرر طلبية قطع الغيار بواسطة المشتريات بعد موافقة المسئولين عن التكاليف وذلك حسب أصول العمل في المشتريات ، ويقوم قسم مراقبة الطلبيات بمتابعتها .

ويطلب من المورد أن يكتب رقم قطعة الغيار أمام كا بند من بنود الطلبية في أوراق التوريد ، وتميز قطع الغيار بأرقامها حتى يمكن تخزينها دون مشاكل . وإلى جانب ذلك فمن المفيد أن يعطى المورد مع الطلبية استمارة توريد مجهزة ، وكذلك يزود بالنسبة لكل بند من بنود الطلبية ببطاقة بيانات تلصق عليه .

وإلى جانب ما سبق يلاحظ ما يلى :

- عند الحاجة الماسة يجب أن تيسر الإجراءات حتى تقصر مدة التوريد .
- أجزاء الآلات والمعدات تطلب عموماً من منتج هذه الأجزاء الذى حدده من يجرى الصيانة . ولذلك فإنه في هذه الحالة يستغنى عن طلب عرض توريد . وفيما عدا ذلك تسرى نفس الخطوات مثل طلب توريد المواد الأخرى .
- الأجزاء التى يحتاج إليها لمرة واحدة ولن تدخل ضمن قائمة قطع الغيار يمكن أن تطلب دون رقم قطع غيار .

ويجب ألا تطلب قطع غيار للآلات والمعدات التى سيجرى تكهينها أو إخراجها من الإنتاج بعد مدة قصيرة حيث انها لن تصبح لازمة وذلك بعد عمل التدابير المناسبة .

3 - 4 استلام قطع الغيار

تقبل قطع الغيار الموردة مثل المواد الأخرى بواسطة قسم قبول البضائع وتطابق مع الطلبية . أما الواردات المطلوبة بصفة عاجلة فيبلغ بها طالبها في الحال ، وبعدها تختبر نوعيتها حسب القواعد المتبعة في جهة العمل .

وتنتهى عملية التوريد بعد تسليم قطع الغيار إلى مخزن قطع الغيار أو إلى طالبها بالنسبة للقطع التى طلبت لمرة واحدة فقط.

5 التخزين ومراقبة المخزون

5 - 1 التخزين ومخزن قطع الغيار

نظراً لأهمية أن تكون الآلة أو المعدة مستعدة وجاهزة للإنتاج ، فإنه يجب التأكد من إمكانية سرعة الحصول على قطع الغيار اللازمة لها . ولذا يجب أن يختار موقع مخزن قطع الغيار بحيث تكون مسافة رجال الصيانة إليه أقصر ما يمكن . ويجب أن يكون حجم أماكن المخازن المختلفة لقطع الغيار وبالتالى المساحة الكلية لمخازن قطع الغيار محسوباً ، وأن يكون المخزن مزوداً بالتجهيزات اللازمة بحيث يمكن سحب قطع الغيار بسرعة . كما يجب أن تراعى وجهات النظر التنظيمية الآتية عند تحديد مواقع التخزين في مخزن قطع الغيار :

- تكرارية السحب .
- نوع المعدة .
- الحجم والوزن .
- مدى تشابه القطع .
- شروط السلامة .
- الشروط الخاصة بالتخزين .

وللتأكد من النظام في المخزن ومن وجود قطع الغيار تحت التصرف . توكل المسئولية إلى شخص محدد (أمين المخزن) . ولا يصرح بدخول المخزن لأخذ او سحب قطع غيار حسب احتياجات العمل (الورديات - عطلة نهاية الأسبوع مثلاً) إلا لعدد محدود

من الأشخاص فقط .

وحيث أن بعض قطع الغيار لها صلاحية محدودة للتخزين أو قد تحتاج لخدمة دورية حتى تكون جاهزة للاستخدام الفورى ، فيجب مراعاة ذلك بالنسبة لها عند الاستلام وأثناء التخزين .

5 - 2 مراقبة المخزون

5 - 2 - 1 تخزين قطع الغيار

طبقاً لإستمارة التوريد أو التسليم أو لوثائق الطلبية تحدد لقطع الغيار التى ستخزن أرقام قطع الغيار (سواء من خارج المصنع أو مجددة داخل المصنع) أرقام وأماكن التخزين . وإذا استوجب الأمر يعرف مكان التخزين أو قطعة الغيار باهم بيانات القطعة (بلصق كارت أو تعليقه عليها) ويشتمل التخزين في الرصيد علي الأقل على أرقام قطع الغيار وكميتها وتواريخها.

وبالنسبة للأجزاء الواردة التى ليس لها رقم قطعة غيار والتى ستستخدم في المستقبل كقطع غيار ، تؤخذ بيانات قطعة الغيار حسب الجزء 3 - 3 . وإذا حدث أن نقلت قطع الغيار من أماكنها أو وضعت في مكان جديد فيجب أن يبين ذلك في بيانات قطعة الغيار أو في الكارت الخاص بها .

5 - 2 - 2 قائمة رصيد المخزن

من المفيد عمل قائمة لرصيد المخزن من قطع الغيار تحوى ما يلى :

- رقم قطعة الغيار .
- مكان التخزين .
- رصيد المخزن .

ويمكن تزويد قائمة رصيد المخزن بالبيانات الآتية على سبيل المثال :

- إسم قطعة الغيار .
- البيانات الفنية .
- رصيد الأمان أو الرصيد الذى يجب التبليغ والطلب عنده (أدنى رصيد) .
- الحجز أو ملحوظة حظر الصرف (إلا لسبب محدد) .
- ثمن قطعة الغيار .

وعند عمل مراقبة الرصيد يدوياً (دون حاسب آلى) فإن بطاقات المخزن تحل محل قائمة رصيد المخزن . وتستخدم قائمة رصيد المخزن فيما يلى :

- عند سحب قطع الغيار حتى يحدد الرصيد المتوفر وكدليل على الرصيد .
- عند التخزين والسحب لتحديد مكان التخزين .
- عند مراجعة رصيد المخزن .

5 - 2 - 3 صرف قطع الغيار

عند صرف قطع الغيار فإن البيانات الآتية تكون واجبة :

- رقم قطعة الغيار / إسم قطع الغيار .
- الكمية المنصرفة .
- متحمل الثمن (تحت حساب) .
- رقم الآلة أو المعدة .
- مركز التكلفة .
- رقم أمر التكليف بالصيانة .
- التصريح بالصرف .

وهذه البيانات يجب أن تدون بطلب الصرف . وعند استعمال الحاسب الآلى تعطى هذه البيانات للحاسب مباشرة . ويمكن أن تؤخذ بيانات قطعة الغيار من قائمة الغيار للماكينة المنصرفة لها قطع الغيار (انظر الباب 1 - 4 - 3) أو من الفهرس الأبجدى (الباب 2 - 4 - 3) .

وعند صرف قطعة الغيار يدون أمين المخزن من واقع قائمة الرصيد في المخزن : الرصيد ومكان المخزن مع مراعاة الحجز أو ملحوظة حظر الصرف .

وتستنزل قطع الغيار المنصرفة من رصيد المخزن وتحسب التكاليف (ثمن القطعة مضافاً إليه نصيبها من المصاريف الإدارية) طبقاً للنظم المالية المتبعة .

وبالإضافة إلى ذلك يجب التأكد مما إذا كان قد تم تجاوز رصيد الأمان أو حد الطلب مما يستوجب إصدار طلب شراء جديد.

4 - 2 - 5 إعادة أو إرجاع قطع الغيار

يجب أن يكون من الممكن دخول قطع الغيار كمرتجع أو أن ترد كما يمكن دخولها كبضاعة واردة إلى المخزن . وإرجاع أو رد قطع الغيار قد يكون ضرورياً بسبب :

- صرف قطع غيار زيادة عن اللازم .
- صرف قطع غيار خطأ (غير المطلوبة) .
- إلغاء أمر شغل .
- تركيب قطعة غيار تم إصلاحها بدلاً من القطعة المنصرفة .

ويجب أن تؤكد صلاحية قطعة الغيار المرتجعة واستعدادها لأداء وظيفتها حتى ولو استلزم الأمر القيام بذلك عن طريق اختبارات الجودة .

والأجزاء التى ليست مسجلة كقطع غيار والتى لا يطلب لصرفها إذن صرف لا يجب تسجيلها في رصيد المخزن كمرتجعة ، بل يمكن على كل حال حسب الباب 3 معاملتها كما لو كانت موردة بشكل جديد حسب المعايير السارية بالمصنع .

وتسجل قطع الغيار المرتجعة في رصيد المخزن ويقيد ثمنها ثانية لحساب الجهة التى صرفتها .

ويمكن تجميع قطع الغيار المخصصة للصيانة والتى بها عيوب في مخزن قطع غيار حيث يمكن بعد ذلك إصدار أمر صيانة لها وإصلاحها سواء داخلياً أو خارجياً .

5 - 2 - 5 جرد الرصيد (المخزن)

لضمان توفر قطع الغيار بشكل مؤكد يجب أن يراجع الرصيد الفعلى للمخزن مع الرصيد في الدفاتر . ويتم ذلك بعمل جرد سنوى أو عند إجراء عمليات السحب أو قبل القيام بتكرار الطلب .

والمعلومات الناتجة عند ذلك يمكن - حسب الإجراءات المتبعة في المصنع - أن تعتبر كحصر لقيمة رصيد المخزن .

6 التقارير والتحاليل

تلزم التقارير والتحاليل المناسبة للقيام بالمراقبة والتحسين المستمر لإدارة قطع الغيار للصيانة .

6 - 1 التقارير

هى عبارة عن تجميع لمعلومات تحوى كميات وقيم ومجاميع وانحرافات بين المفروض والقيم الحقيقية والأعداد المميزة. وحسب المطلوب فإن البيانات المطلوبة تختار وتصور كل على حدة . وباستعمال الحاسب الآلى يمكن أن تظهر التقارير على الشاشة أو أن تطبع .

وفيما يلى شرح لمحتويات التقارير الممكنة واستعمالها للمراقبة الدائمة والتحسين لإدارة قطع غيار الصيانة .

6 - 1 - 1 تقرير الآلات

- استهلاك قطع الغيار .

- مقارنة بين ماهو كائن ومايجب في استهلاك قطع الغيار حسب الكميات والقيمة محسوباً على فترات زمنية محددة مقسمة حسب:

- الآلة .

- أمر شغل الصيانة .

- مركز التكلفة .

- أرقام قطع الغيار لكل آلة أو معدة .

6 - 1 - 2 تقرير قطع الغيار

الاستهلاك لكل رقم قطعة غيار .

- مقارنة بين مايجب وماهو واقع لكل رقم قطعة غيار حسب الكمية والقيمة محسوباً بالنسبة لفترات زمنية محددة.

- النسبة بين قطع الغيار التى تتعدد مرات استعمالها وتلك التى تستخدم مرة واحدة .

6 - 1 - 3 تقرير الحركة والرصيد

- رصيد كل رقم قطع غيار .

- رصيد كل مكان تخزين حسب الكمية والقيمة .

- الداخل والخارج من المخزن وكذلك المرتجع حسب تكرارية الحركة والكمية والقيمة مقسماً حسب رقم قطعة الغيار ومكان التخزين محسوباً عند وقت معين أو لفترة زمنية محددة .

- مدى توفر قطع الغيار بمخزن قطع غيار الصيانة .

- قطع الغيار محدودة مدة التخزين أو التى يلزم إجراء خدمة لها .

- قيمة رصيد قطع الغيار بالمقارنة بقيمة الآلات أو المعدات التى يجب صيانتها .

4 - 1 - 6 **تقرير التوريد**

- عدد مرات تأخير التوريد لكل رقم قطعة غيار مقسمة إلى حركة طلبيات منتهيه ومفتوحة ومحسوبة بالنسبة لوقت معين أو فترة زمنية محددة .

- الطلبيات الخاصة (الحالات الاضطرابة - الطلبيات لمرة واحدة) حسب عددها وقيمتها محسوبة بالنسبة لقيمة الطلبيات مجتمعة .

- التصنيف الأبجدى لقطع الغيار حسب قيمة الاستهلاك السنوى .

2 - 6 **التحاليل**

تتطلب إدارة قطع الغيار مراعاة العوامل المذكورة فيما بعد والتى كثيراً ما تتعارض مع بعضها :

- استعداد عال للآلات .
- استهلاك قليل .
- رصيد صغير .
- استعداد عال لقطع الغيار .
- تكاليف إدارية قليلة .

ويجب للمراقبة وتحسين الأداء المستمر لإدارة قطع الغيار أن يتم تحليل التقارير الموضوعة على سبيل المثال كما في باب 1 - 6 . وفيما يلى ستعدد بعض التحاليل وإلى جانب المسائل الناتجة من الواقع عند التنفيذ .

1 - 2 - 6 **تحليل نقاط الضعف الفنية**

- مدى ارتفاع الكمية المستهلكة وقيمتها في فترة زمنية محددة بالنسبة إلى :
  - الآلة أو المعدة .
  - نوع الماكينة .
  - طلبية الصيانة .
  - الجهة المتحملة التكاليف .
- أين توجد الفروق بين الاستهلاك الفعلى والاستهلاك المخطط لكل آلة أو معدة ؟
- كيف تطور استهلاك قطع الغيار بعد إجراء تغيير فنى الآلة أو المعدة ؟
- هل الفرق في الاستهلاك يعود إلى :
  - خطأ في تخطيط الاحتياج .
- عيب في الآلة أو المعدة أو في عنصر أو مجموعة مكونة وهذه العيوب ممكن أن تنتج عن :
  - خطأ أو عيب في التصميم .
  - شروط العمل .
  - التحميل الزائد .
  - خطأ أو عيب في التصنيع .
  - خطأ أو عيب في الصيانة .
  - أخطاء في التشغيل أو التجهيز .

- تأثير البيئة المحيطة . - استخدام قطع غيار قديمة أو غير مصانة .
- البرى .

2 - 2 - 6 **تحاليل الرصيد والاستهلاك**

- أية قطع غيار لم تتحرك خلال فترة محددة وقيمتها ؟

وهل تتضمن قطع غيار لتامين الصيانة أو قطع لا يمكن الحصول عليها ثانية ؟

هل توجد بينها قطع غيار لها نفس أو تشابه في البيانات الفنية ولكن لها أرقام مختلفة (مختلفة الترقيم) ؟

- أية أرقام قطع غيار يمكن أن تسقط أو تلغى حيث توجد قطع غيار متشابهة يحل محلها قطعة غيار أخرى ؟
- أية قطعة غيار استعمالاتها غير موضحة ؟
- لأية قطع غيار توجد زيادات في الرصيد لا ينتظر تركيبها خلال فترة منظورة ؟
- أية قطع غيار توجد لها أماكن تخزين متعددة ؟
- مدى إرتفاع قيمة وكمية الاستهلاك بالنسبة لفترة محددة بالنسبة .
  - رقم قطعة الغيار . - مكان تخزين .
- هل قطع الغيار المتوفرة بالمخزن كافية ؟

3 - 2 - 6 **تحليل التوريد**

كم يبلغ زمن التوريد بالنسبة لكل :

- قطعة غيار .
- مجموعة قطع غيار .

الوقت اللازم لتحضير الطلبية داخل المصنع وزمن التوريد من خارجه .

- هل يمكن تسهيل وتقصير الإجراءات الداخلية ؟
- مدى التزام الموردين ومحافظتهم على مواعيد التوريد المتفق عليها ؟
- هل يبدو سعر قطعة الغيار مناسباً لسعر السوق ؟
- هل يمكن توريد قطعة غيار من موردين مختلفين (الأسباب : السعر ، مدة التوريد ، القدرة على التوريد) ؟
- هل يمكن تصنيع قطع الغيار اقتصاديا بنفس المصنع ؟
- هل يمكن تقليل الرصيد نتيجة إلغاء طلبيات أو نتيجة تخزين البضاعة لدى الوكيل المكلف بالتوزيع ؟

4 - 2 - 6 **تحليل سير العملية**

يجب اختيار وتحقيق الأسئلة المطروحة بالنسبة لإمكانيات التحسين بالإضافة إلى خطوات سير العمل والمصاريف الإدارية . وهذا يتضمن أيضاً مراجعة وفحص المسئوليات والاشتراطات الواردة في الجزء 2 - 3 .

3 - 6 الإجراءات النابعة من التقارير والتحاليل

لتحقيق إدارة اقتصادية لقطع الغيار يجب بالطبع تطويع المعلومات المكتسبة من التقارير والتحليلات إلى إجراءات عملية تؤدى إلى :

- تحسين سير العملية .
- وضع الأهداف وتحقيق قيم الخطة واقعياً .
- التغلب على نقاط الضعف الفنية واستخدام هذه المعرفة والمعلومات عند طلبات التوريد الجديدة .
- تحديث التجهيزات الإدارية والفنية والمواد المساعدة .

يتأكد فاعلية هذه التدابير عن طريق عملية متابعة النجاح .

المراجع :

SCHRIFTTUM

Kraus, Th . : Kriterien und Vorgehensweisen Zur bedarfsgerechten Bereitstellung von Ersatzteilen. In : V D I-Berichte 462. Dusseldorf : VDI-Verlag 1982.

Giesebrecht, U. : Ersatzteilwesen in der Instandhaltung. In : VDI-Berichte 380. Dusseldorf : VDI-Verlag 1980.

Niemeyer, J. : Inspektion und Wartung - ein Erfahrungsbericht. In : VDI-Berichte 380. Dusseldorf : VDI-Verlag 1980.

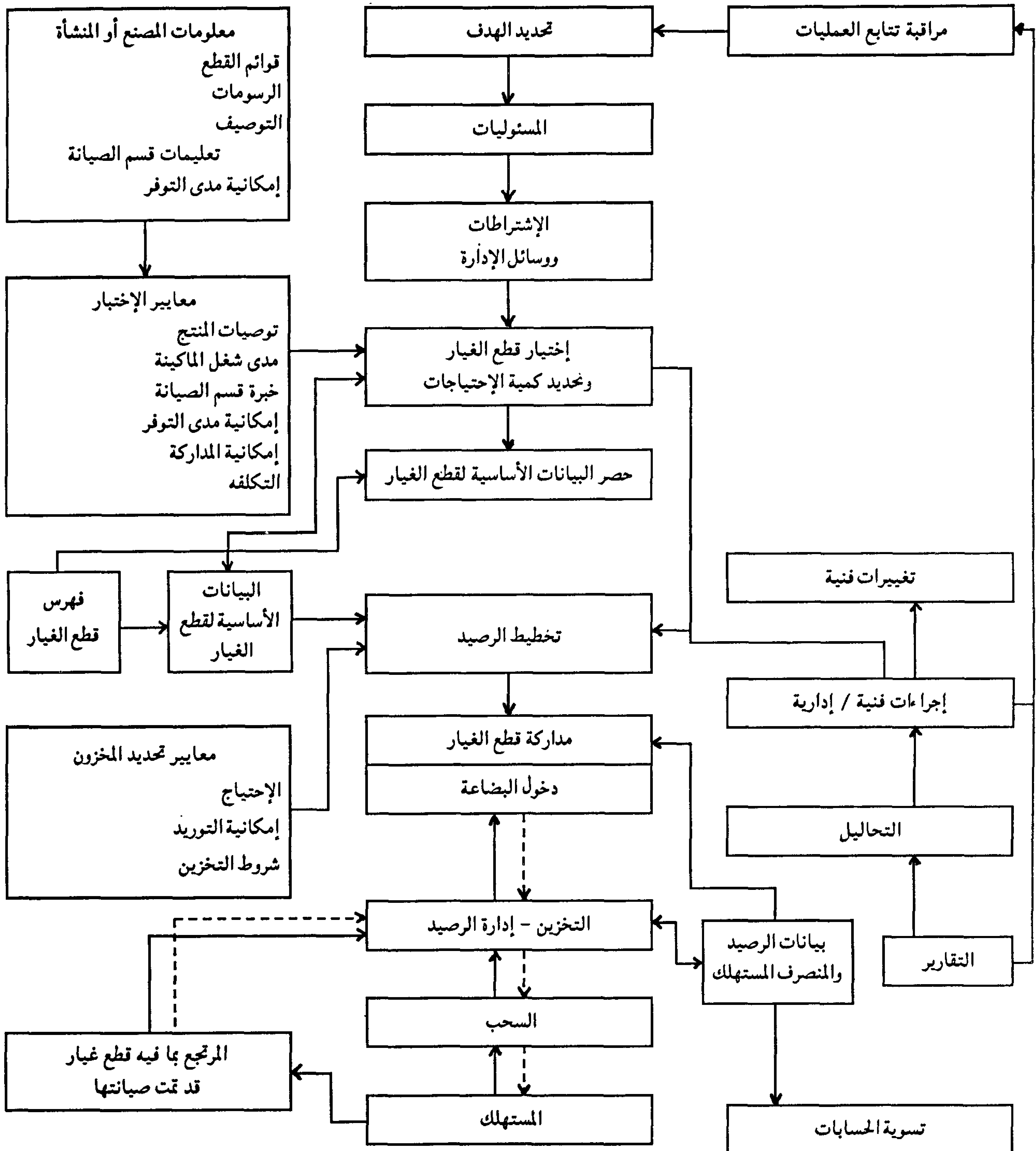
Feldmann, A . : Sortimentsauswahl , Klassifizierung und ldentifizierung. In : Modellbeschreibung Vorratswirtschaft für Hilfs - und Be-triebsstoffe. Verband der Chemischen Industrie, 1984.

Elektronische Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung und -steuerung IV - Materialbestands - und bestellrechnung (T 60). Dusseldorf : VDI-Verlag 1974.

Elektronische Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung und-steuerung VI-Begriffs Zusammenhänge,

Begriffsdefinitionen (T 77) Düsseldorf : VDI-Verlag 1978.

ملحق1 تسلسل المعلومات وإنتقال المواد فى تدبير قطع الغيار للصيانة



ملحق 2 : الواجبات والمسئوليات المتعلقة بتدبير قطع التيار (مثال)

مجالات واجبات المصنع / واجبات إدارة قطع الغيار		إدارة المصنع	الشئون المالية والاقتصادية	الصيانة	المشتريات	المخزن / الإيداع	الحسابات	الإدارة + الحاسب الآلي	ورود البضاعة
واجبات رئاسية	تحديد الأهداف والمسئوليات	X							
	تنظيم إدارة قطع الغيار		o	X	o	o	o	o	
	تحديد إستعداد المنشأة أو المصنع		X	o					
	وضع ميزانية قطع الغيار	o		X			o		
إختيار واستلام قطع الغيار	تجهيز المستندات اللازمة للصيانة		X		o				
	إختيار قطع الغيار وتحديد الكميات		o	X					
	جمع بيانات قطع الغيار		o	X	o				
	تجهيز فهارس قطع الغيار			X				o	
مداركة قطع الغيار المطلوب	تخطيط المخزون			o		X			
	طلب عروض التوريد			o		X			
	إنهاء عملية التوريد				X				
	إستلام البضائع				o				X
التخزين وتسجيل المخزون	التخزين					X			
	الصرف / الإرتجاع			o		X			
	مراجعة الرصيد					X	o		
التقارير والتحاليل	تجهيز التقارير			X	o	o	o	o	
	عمل التحاليل		o	X	o	o	o	o	
	تنفيذ الإجراءات		X	X	X	X	o	X	X
	مراقبة تتابع العمليات	X							

X المسئوليات

o المشاركة

ملحق 3 البيانات الأساسية لقطع الغيار (مثال)

نوع البيانات	عدد الأرقام
رقم قطعة الغيار	7
مجموعة قطع الغيار	6
اسم قطعة الغيار	25
بيانات وصف قطعة الغيار / بيانات فنية	60
نوع المادة	1
الترتيب الأبجدى	1
وحدة الكمية	1
السعر أو السعر التقليدى	9
وحدة السعر	1
مكان المخزن	6
موضع المخزن	6
أقل رصيد	6
الأحتياج السنوى	6
رصيد المخزن	6
المدة اللازمة لداركة القطعة	3
الكمية المطلوبة المفتوحة (لم ترد)	6
أقل كمية ممكن أن تطلب	6
رقم آخر طلبية	10
الإستهلاك في وحدة الزمن	6
دليل الجرد	1
رصيد المحتوى	6
المورد أو المنتج } أو أكثر من منتج أو مورد	15 (عدة مرات)
رقم المورد أو المنتج	8 (عدة مرات)
رقم الأجزاء للمنتج أو المورد	15 (عدة مرات)
استخدام قطعة الغيار } أو أكثر من رقم	10 (عدة مرات)
رقم الآلة	6
تاريخ أول استلام	6
آخر تغييرات (في البيانات الأساسية)	6
آخر تعديل للسعر	6
آخر طلبية	6
آخر تحركات في المخزن	6
آخر جرد	6
بيانات أخرى خاصة بالمصنع	10

REFERENCES

1 - ASTM Designation 1986. D 1143-81 Standard Method of Testing Piles Under Static Axial Compressive Load. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.08, pages 239-254.

2 - Brinch Hansen, J. 1963. Discussion, Hyperbolic Stress-strain Response. Cohesive Soils. ASCE, J. SMFD, Vol. 89, SM4, pp. 241-242.

3 - Butler, H. D. & Hoy, H. E. 1977. Users Manual for the Texas Quick-load Method for Foundation Load Testing. Federal Highway Administration, Office of Development, Washington, 59 pp.

4 - Fellenius, B. H. 1980. The Analysis of Results from Routine Pile Load Tests. Ground Engineering, September pp. 19-31.

5 - Fuller, F. M. & Hoy, H. E. 1970. Pile Load Tests Including Quick-load Test Method Conventional Methods and Interpretaion. HRB 333, pp. 78-86.

6 - Mazurkiewicz, B. K. 1972. Test Loading of Piles According to Polish Regulations. Royal Sw Acad of Engng Sciences Comm on Pile Research. Report No. 35, Stockholm, 20 pp.

7 - Vander Veen, C. 1953. The bearing capacity of a pile. Proc. 3rd ICSMFE, Zurich, Vol. 2, pp. 84-9o.

8 - Meyerhof G. G. (1976). "Bearing Capacity & Settlement of Pile Foundations" Journal Geotechnical Engineering Division. American Society of Civil Engineers, Vol. 102, No. Gt3, pp. 197-228.

9 - Fleming. W. G. K. & Thorburn, S. (1983). "Recent Piling Advances" State of the Art Report in Proceedings of Conference on Advances in Piling & Ground Treatment for Foundations.

10 - Bazaraa, A. R. & Kurkur, M. M. (1986). "N-Values Used to Predict Settlements of Piles in Egypt", American Society of Civil Engineering ASCE, Spec. Publishing No. 6.

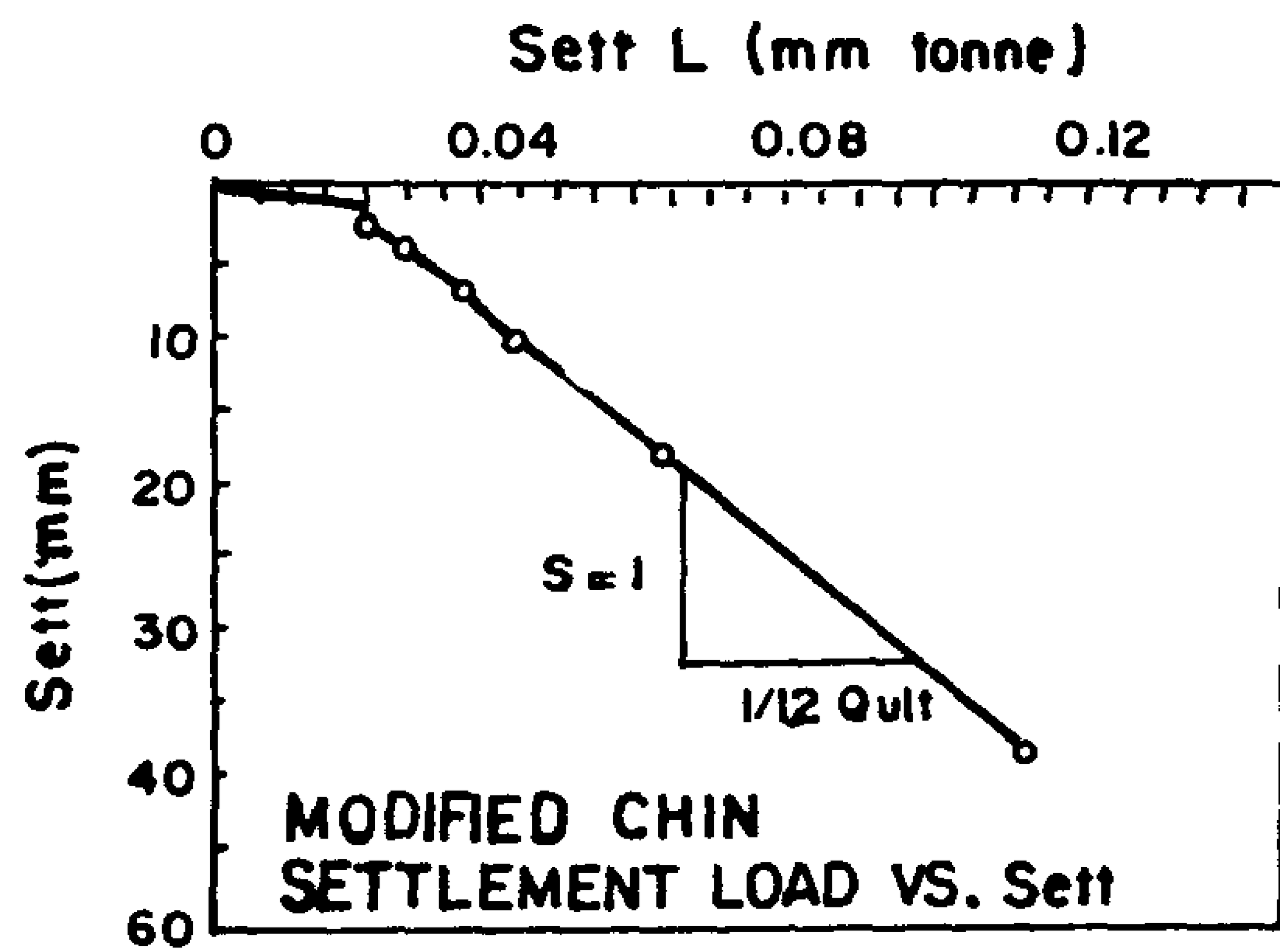
11 - Van der Veen, C. (1957) "The Bearing Capacity of a Pile Predetermined by a Cone Penetration Test". Proceedings of the Fourth International Conference, ISSMFE, London, Vol. 2, 1957 pp. 72-75.

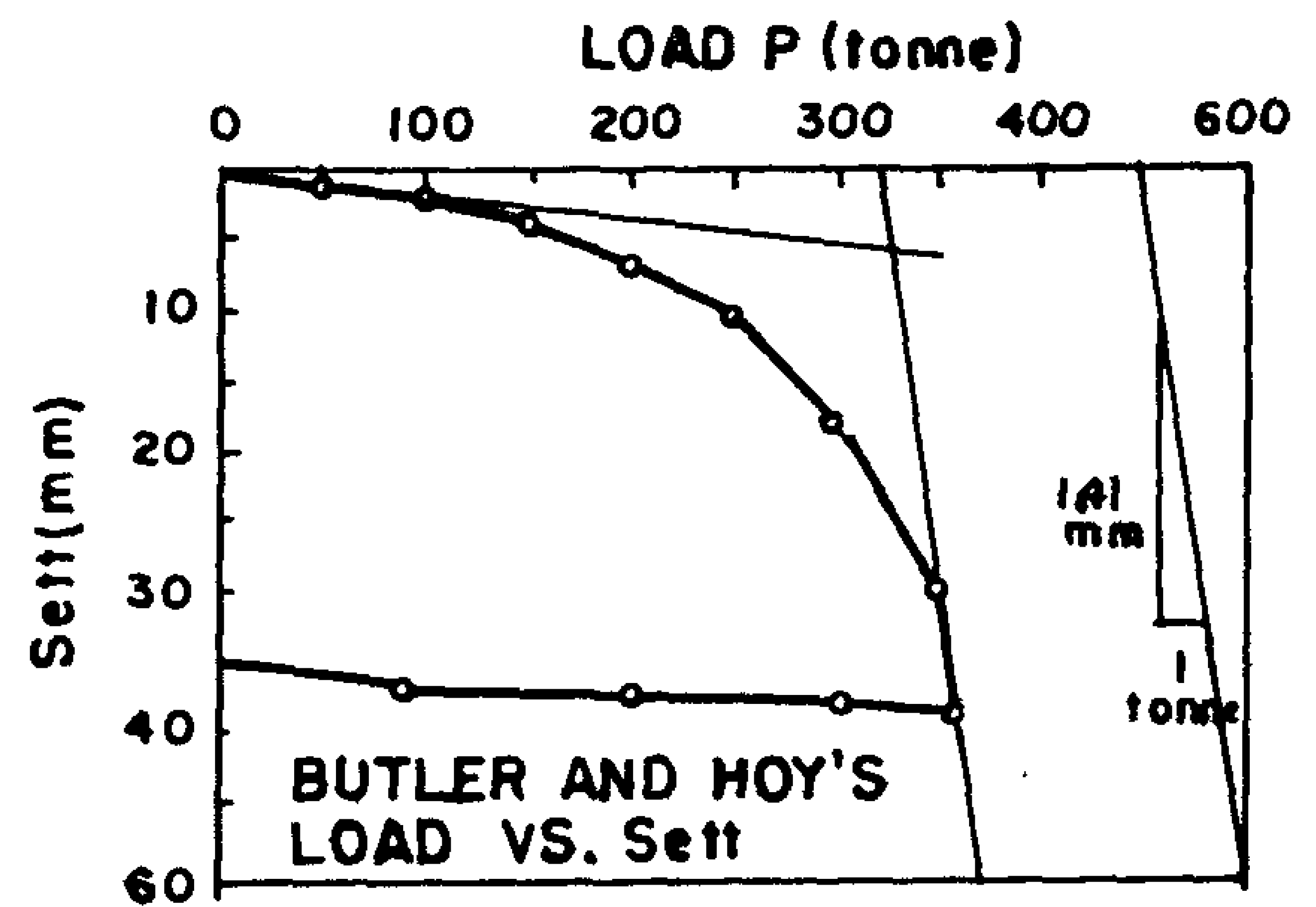
12 - NAVFAC DM-7.2.

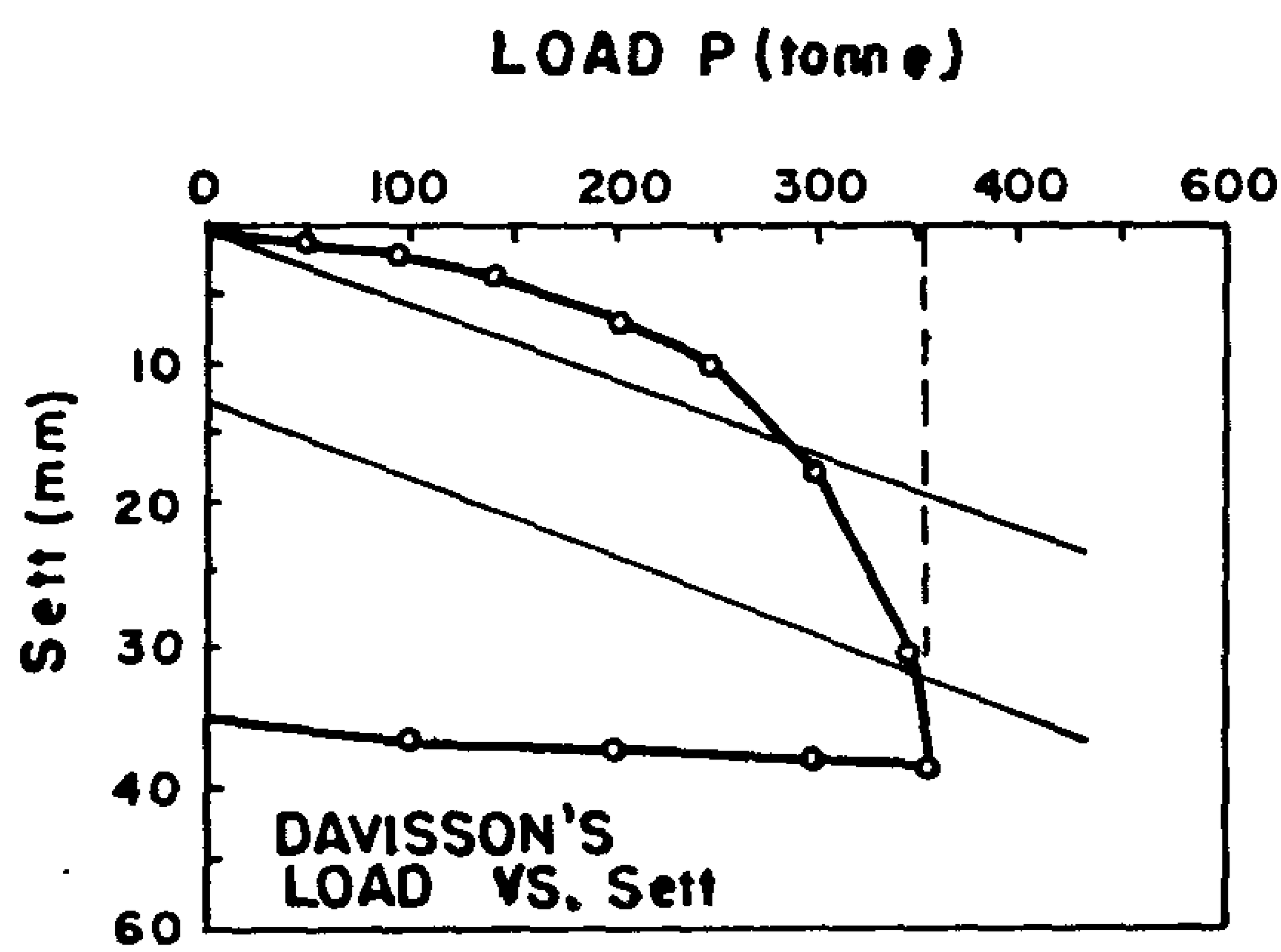
13 - Modified Chin, Egyptian Code for Foundation Design, 1991.

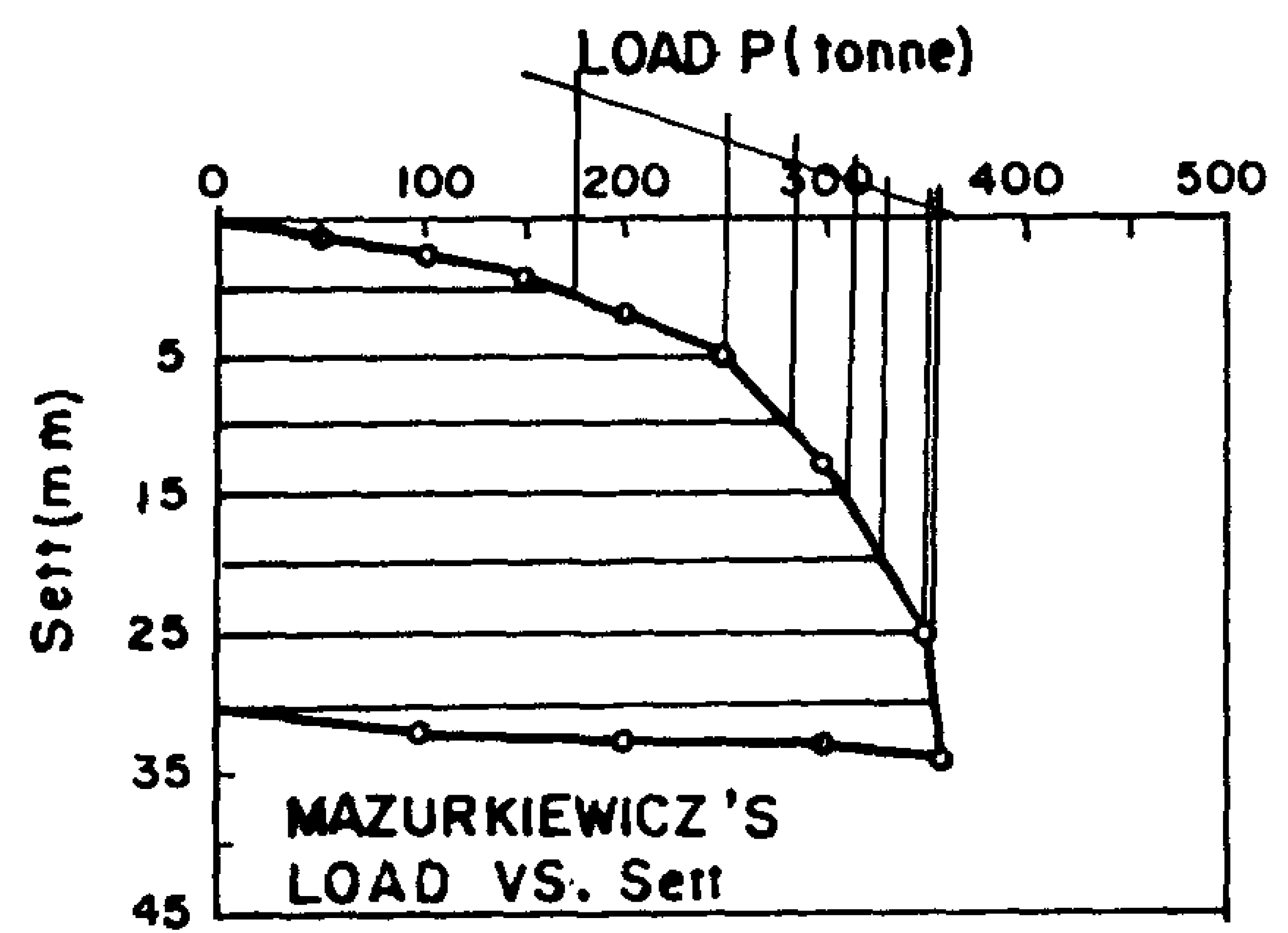
14 - De Beer, E. E. (1967) "Proe Fondervindelijke Dij Drage Tot de Studio Van Het Grensdraag Vermogen Van Zand under Funderingen op Staal" Tijdshrift der Open Bar Worken Van Beigie, Nos. 6-67 & 1-,4-,5-,6-68.

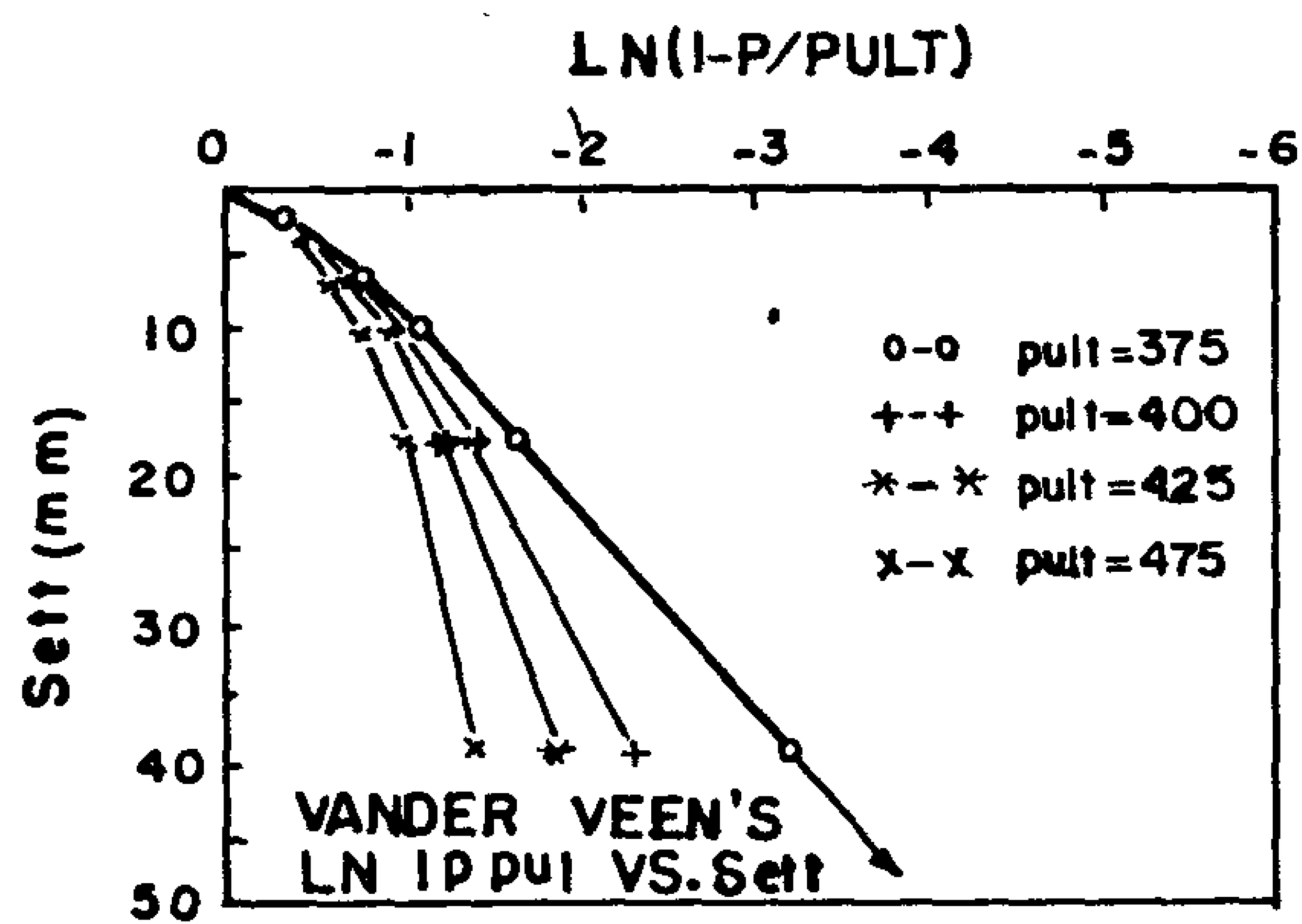
15 - Davisson, M. T. (1972) : "High Capacity Piles", Proceedings, Lecture Series, Innonstruction, ASCE, Illinois Section, 52 pp.

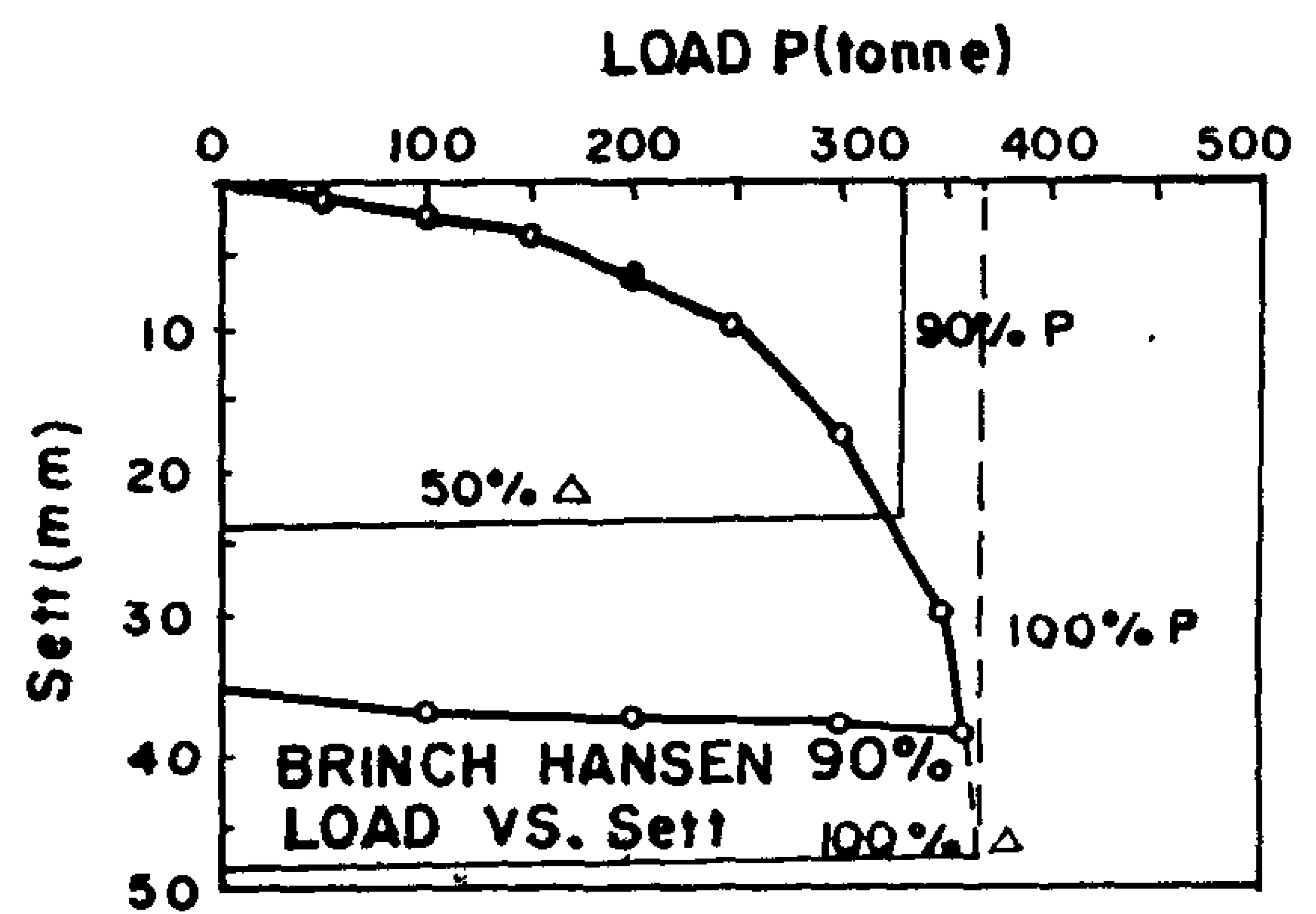

Sett L (mm tonne)
0
0.04
0.08
0.12
10
20
30
40
60
Sett (mm)
S = 1
1/12 Qult
MODIFIED CHIN
SETTLEMENT LOAD VS. Sett

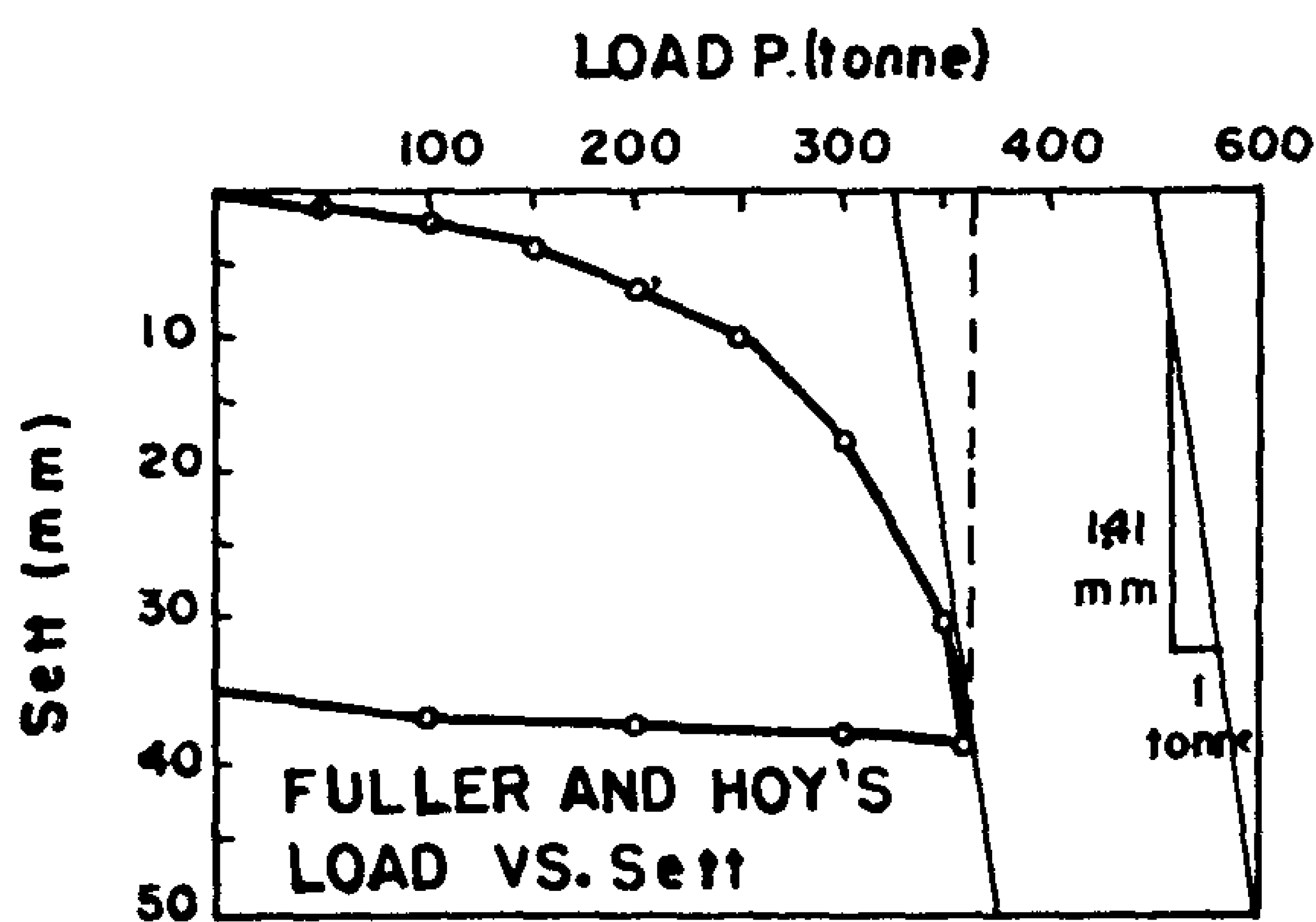

LOAD P (tonne)
0
100
200
300
400
600
10
20
30
40
60
Sett (mm)
mm
1 tonne
BUTLER AND HOY'S
LOAD VS. Sett


LOAD P (tonne)
0
100
200
300
400
600
10
20
30
40
60
Sett (mm)
DAVISSON'S
LOAD VS. Sett


LOAD P (tonne)
0
100
200
300
400
500
5
15
25
35
45
Sett (mm)
MAZURKIEWICZ'S
LOAD VS. Sett


LN(1-P/PULT)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
10
20
30
40
50
Sett (mm)
o-o pult=375
+-+ pult=400
- pult=425
x-x pult=475
VANDER VEEN'S
LN 1P pul VS. Sett


LOAD P (tonne)
0
100
200
300
400
500
10
20
30
40
50
Sett (mm)
90% P
50% Δ
100% P
BRINCH HANSEN 90%
LOAD VS. Sett
100% Δ


LOAD P (tonne)
100
200
300
400
600
10
20
30
40
50
Sett (mm)
mm
1 tonne
FULLER AND HOY'S
LOAD VS. Sett

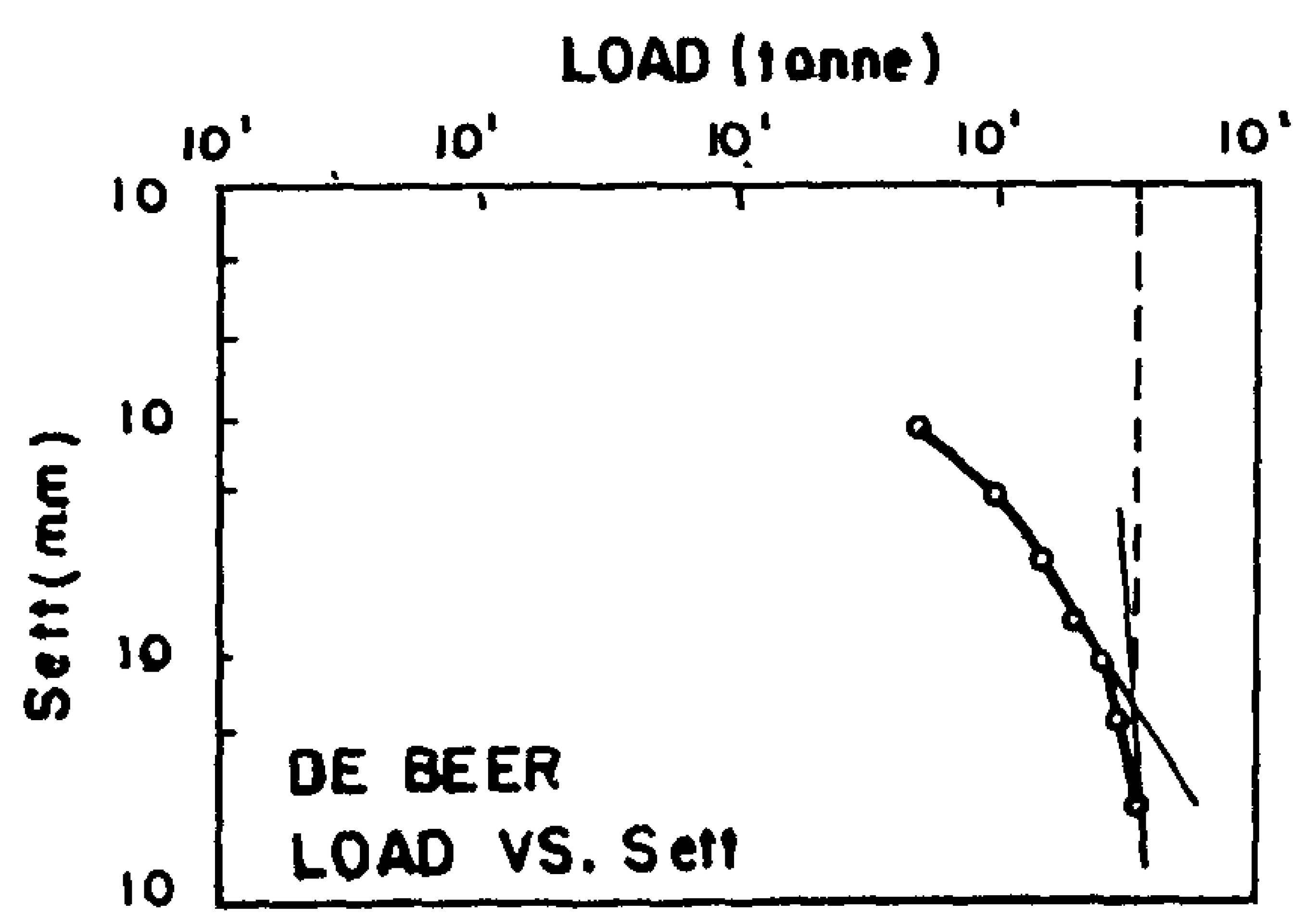

LOAD (tonne)
10'
10
Sett (mm)
DE BEER
LOAD VS. Sett

Table (3): Factor of safety for each pile

					From load test								From SPT			From CPT				
PILE TEST NO.	SITE NO.	PILE LENG. (m)	PILE DIAM.(m)	AREA (m2)	MODIFIED CHIN	DAVISSON	VAN DER VEEN	FULLER &HOY	BUTLER &HOY	MAZURKIEWICZ	B. HANSEN 90%	DE BEER	MEYERHOF	THORBURN &MACVICAR	KURKUR	NAVFAC	VAN DER VEEN	BALASUBRUM	SCHMERTMANN	FLEMING
1	1	19.5	0.80	0.50	1.540	1.800	1.700	1.775	1.700	1.650	1.800	1.350	1.180	2.185	2.380	3.020	2.390	2.795	2.660	3.995
2		29	0.80	0.50	2.430		1.740	1.760	1.750	1.875	1.840	1.495	2.110	2.455	3.530	4.100	6.140	3.705	5.340	4.415
3	2	22.5	0.60	0.28	2.152	1.964	1.875	2.098	1.964	2.054	2.098	1.714	1.321	1.643	2.205	3.955	8.750	3.116	5.946	3.277
4		22.5	0.60	0.28	1.786		1.429	1.777	1.696	1.563		1.339	1.321	1.643	2.205	3.955	8.750	3.116	5.946	3.277
5		22.5	0.60	0.28	1.491		1.429	1.509	1.420	1.750	1.518	1.295	1.321	1.643	2.205	3.955	8.750	3.116	5.946	3.277
6	3	13.5	0.80	0.50	1.975	1.525	1.800	1.525	1.485	1.550		1.270	0.950	1.320	1.460	4.540	4.760	3.665	4.840	7.100
7		17	0.80	0.50	2.500	1.760	2.000	1.800	1.700	1.950		1.775	1.555	1.815	2.175	4.800	6.270	4.220	6.270	7.065
8		13	0.80	0.50	1.910	1.450	1.750	1.650	1.550	1.710	1.820		0.905	1.560	2.020	4.195	4.820	3.340	4.870	4.600
9		12.8	0.80	0.50	1.495	1.410	1.400	1.415	1.340	1.455	1.500	1.400	0.920	1.295	1.810	3.870	4.750	3.325	4.235	4.200
10		12.6	0.60	0.28	2.795	1.759	2.232	1.795	1.723	1.786			1.018	2.268	1.143	3.491	5.527	3.071	4.571	5.973
11	4	10.7	1.00	0.78	1.564	1.186	1.314	1.224	1.189	1.282	1.330	1.106	1.317	2.545	2.612	5.455	2.324	5.997	2.144	6.712
12		13	1.00	0.78	1.138	1.122	1.202	1.154	1.064	1.218	1.192	1.090	1.801	1.516	2.881	3.442	2.285	3.500	2.093	4.718
13		11.5	1.00	0.78	1.083	1.067	1.154	1.122	1.032	1.218	1.179	1.106	1.311	1.474	2.715	3.176	1.837	3.154	2.013	4.420
14		12.5	1.00	0.78	1.288	1.340	1.362	1.381	1.288	1.442	1.394	1.282	0.702	1.051	1.994	3.580	1.885	3.843	1.872	4.894
15		15.2	1.00	0.78	1.846	1.042	1.683	1.442	1.330	1.603		1.378	1.022	1.183	2.074	4.272	2.016	4.571	2.016	5.397
16	5	35	1.50	1.78	2.654	2.542	3.090	2.556	2.528	2.556	2.563	2.528	1.862	2.232	6.364	5.903	6.383	4.522	5.744	9.611
MEAN(16)					1.853	1.536	1.697	1.624	1.548	1.666	1.658	1.438	1.284	1.753	2.526	4.129	4.295	3.773	3.901	5.455
STANDARD DEVIATION(16)					0.533	0.427	0.476	0.366	0.372	0.343	0.420	0.374	0.415	0.496	1.255	0.830	2.190	0.836	1.682	1.678
COEF. OF VARIATION(16)					0.287	0.278	0.280	0.225	0.241	0.206	0.253	0.260	0.323	0.283	0.497	0.201	0.510	0.222	0.431	0.308
MEAN(15)					1.800	1.452	1.605	1.562	1.482	1.607	1.567	1.354	1.250	1.706	2.227	3.987	4.750	3.636	4.051	4.888
STANDARD DEVIATION(15)					0.505	0.315	0.308	0.278	0.275	0.256	0.309	0.212	0.367	0.460	0.573	0.631	2.599	0.807	1.720	1.310
COEF. OF VARIATION(15)					0.281	0.217	0.192	0.178	0.185	0.159	0.197	0.156	0.294	0.270	0.257	0.158	0.547	0.222	0.425	0.268

F.S. = Qult / Cross section Area X 40 Kg/cm2

Table (4):Factor of safety for each site and for each diameter

				From load test								From SPT			From CPT				
NO OF TESTS	SITE NO.	PILE DIAM (m)	AREA (m2)	MODIFIED CHIN	DAVISSON	VAN DER VEEN	FULLER &HOY	BUTLER &HOY	MAZURKIEWICZ	B. HANSEN 90%	DE BEER	MEYERHOF	THORBURN &MACVICAR	KURKUR	NAVFAC	VAN DER VEEN	BALASUBRUM	SCHMERTMANN	FLEMING
	1			1 985	1 800	1.720	1 768	1 725	1.763	1 820	1.423	1.645	2.320	2.955	3.560	4.265	3.250	4.000	4.205
	2			1.810	1.964	1 577	1 795	1.693	1 789	1.808	1 449	1.321	1.643	2.205	3.955	8.750	3.116	5.946	3.277
	3			2.135	1.581	1.836	1.637	1 560	1.690	1.660	1.482	1.070	1.652	1.722	4.179	5.225	3.524	4.957	5.788
	4			1 384	1.151	1.343	1.265	1 181	1.353	1 274	1.192	1.231	1.554	2.455	3 985	2.069	4.213	2.028	5.228
	5			2 654	2 542	3 090	2 556	2.528	2 556	2 563	2.528	1.862	2.232	6.364	5.903	6 383	4.522	5.744	9.611
MEAN(5)				1 994	1 808	1.913	1.804	1.737	1.830	1.825	1.615	1.426	1 880	3 140	4.317	5.339	3.725	4.535	5.622
STANDARD DEVIATION(5)				0.464	0.511	0 683	0 471	0.492	0.442	0 468	0.523	0.322	0 365	1.856	0.915	2.479	0.615	1.597	2.429
COEF. OF VARIATION(5)				0 233	0 283	0 357	0 261	0 283	0 241	0 256	0.324	0.226	0.194	0.591	0.212	0.464	0 165	0.352	0.432
MEAN(4)				1.828	1 624	1.619	1 616	1 540	1.648	1 641	1.386	1.317	1.792	2.334	3 920	5.077	3 526	4.233	4.624
STANDARD DEVIATION(4)				0.325	0 352	0.212	0 244	0 250	0 202	0.255	0.132	0.242	0.355	0.514	0.260	2.782	0.489	1.671	1.112
COEF OF VARIATION(4)				0 178	0 217	0 131	0 151	0.162	0.122	0 155	0 095	0 184	0.198	0.220	0.066	0.548	0.139	0.395	0.240
4		0 6	0 28	2 056	1 862	1 741	1.795	1.701	1.788	1.808	1 449	1.246	1.799	1.940	3.839	7.944	3.105	5.603	3.951
6		0 8	0.5	1 975	1 589	1.732	1.654	1 588	1 698	1.740	1 458	1.270	1.772	2.229	4.088	4.855	3.508	4.703	5.229
5		1	0 78	1 384	1 151	1 343	1 265	1.181	1.353	1.274	1.192	1 231	1 554	2 455	3.985	2 069	4.213	2.028	5.228
1		1 5	1 78	2 654	2 542	3 090	2.556	2 528	2 556	2 563	2 528	1 862	2 232	6.364	5 903	6.383	4.522	5.744	9.611
MEAN(4)				1 853	1 580	1.697	1 624	1.548	1 666	1 663	1 440	1.293	1.733	2.543	4.127	4.631	3.746	4.014	5.270
STANDARD DEVIATION(4)				0 365	0 380	0 415	0 330	0 340	0 300	0 335	0 315	0.165	0 182	1.117	0.520	2 305	0 497	1.585	1.360
COEF OF VARIATION(4)				0 197	0 240	0 244	0 203	0 221	0.181	0.202	0 219	0 127	0 105	0.439	0.126	0 498	0.133	0.395	0.261
MEAN(3)				1 811	1 516	1 605	1 562	1 482	1.607	1 603	1 367	1 251	1.706	2 227	3.987	4.750	3.636	4.051	4.891
STANDARD DEVIATION(3)				0 306	0 291	0 192	0 225	0 226	0 191	0 242	0.128	0 018	0 112	0 205	0 103	2 342	0.454	1.527	0 581
COEF OF VARIATION(3)				0 170	0 191	0 119	0 144	0 152	0.118	0 151	0 094	0 014	0.066	0.092	0.026	0 493	0.125	0.337	0.120

Table (1): PREDICTION RESULTS OF PILE CAPACITY

					From pile load test results								From SPT results			From CPT results				
PILE TEST NO.	SITE NO.	PILE LENG. (m)	PILE DIAM.(m)	AREA (m2)	MODIFIED CHIN	DAVISSON	VAN DER VEEN	FULLER &HOY	BUTLER &HOY	MAZURKIEWICZ	B. HANSEN 90%	DE BEER	MEYERHOF	THORBURN &MACVICAR	KURKUR	NAVFAC	VAN DER VEEN	BALASUBRUM	SCHMERTMANN	FLEMING
1	1	19.5	0 8	0.5	308	360	340	355	340	330	360	270	236	437	476	604	478	559	532	799
2		29	0.8	0.5	486		348	352	350	375	368	299	422	491	706	820	1228	741	1068	883
3	2	22.5	0.6	0.28	241	220	210	235	220	230	235	192	148	184	247	443	980	349	666	367
4		22.5	0.6	0.28	200		160	199	190	175		150	148	184	247	443	980	349	666	367
5		22.5	0.6	0.28	167		160	169	159	196	170	145	148	184	247	443	980	349	666	367
6	3	13.5	0.8	0.5	395	305	360	305	297	310		254	190	264	292	908	952	733	968	1420
7		17	0.8	0.5	500	352	400	360	340	390		355	311	363	435	960	1254	844	1254	1413
8		13	0.8	0.5	382	290	350	330	310	342	364		181	312	404	839	964	668	974	920
9		12 8	0.8	0.5	299	282	280	283	268	291	300	280	184	259	362	774	950	665	847	840
10		12.6	0 6	0.28	313	197	250	201	193	200			114	254	128	391	619	344	512	669
11	4	10.7	1	0.78	488	370	410	382	371	400	415	345	411	794	815	1702	725	1871	669	2094
12		13	1	0.78	355	350	375	360	332	380	372	340	562	473	899	1074	713	1092	653	1472
13		11.5	1	0.78	338	333	360	350	322	380	368	345	409	460	847	991	573	984	628	1379
14		12.5	1	0.78	402	418	425	431	402	450	435	400	219	328	622	1117	588	1199	584	1527
15		15.2	1	0.78	576	325	525	450	415	500		430	319	369	647	1333	629	1426	629	1684
16	5	35	1 5	1 78	1890	1810	2200	1820	1800	1820	1825	1800	1326	1589	4531	4203	4545	3220	4090	6843

Table (2): RELATIVE PILE CAPACITIES

					To (modified Chin) for load test								To(Meyerhof) for SPT			To NAVFAC for CPT				
PILE TEST NO.	SITE NO.	PILE LENG. (m)	PILE DIAM.(m)	AREA (m2)	MODIFIED CHIN	DAVISSON	VAN DER VEEN	FULLER &HOY	BUTLER &HOY	MAZURKIEWICZ	B. HANSEN 90%	DE BEER	MEYERHOF	THORBURN &MACVICAR	KURKUR	NAVFAC	VAN DER VEEN	BALASUBRUM	SCHMERTMANN	FLEMING
1	1	19.5	0.80	0.50	1.000	1.169	1.104	1.153	1.104	1.071	1.169	0.877	1.000	1.852	2.017	1.000	0.791	0.925	0.881	1.323
2		29.0	0.80	0.50	1.000		0.716	0.724	0.720	0.772	0.757	0.615	1.000	1.164	1.673	1.000	1.498	0.904	1.302	1.077
3	2	22.5	0.60	0.28	1.000	0.913	0.871	0.975	0.913	0.954	0.975	0.797	1.000	1.243	1.669	1.000	2.212	0.788	1.503	0.828
4		22.5	0.60	0.28	1.000		0.800	0.995	0.950	0.875		0.750	1.000	1.243	1.669	1.000	2.212	0.788	1.503	0.828
5		22.5	0.60	0.28	1.000		0.958	1.012	0.952	1.174	1.018	0.868	1.000	1.243	1.669	1.000	2.212	0.788	1.503	0.828
6	3	13.5	0.80	0.50	1.000	0.772	0.911	0.772	0.752	0.785		0.643	1.000	1.389	1.537	1.000	1.048	0.807	1.066	1.564
7		17.0	0.80	0.50	1.000	0.704	0.800	0.720	0.680	0.780		0.710	1.000	1.167	1.399	1.000	1.306	0.879	1.306	1.472
8		13.0	0.80	0.50	1.000	0.759	0.916	0.864	0.812	0.895	0.953		1.000	1.724	2.232	1.000	1.149	0.796	1.161	1.097
9		12.8	0.80	0.50	1.000	0.943	0.936	0.946	0.896	0.973	1.003	0.936	1.000	1.408	1.967	1.000	1.227	0.859	1.094	1.085
10		12.6	0.60	0.28	1.000	0.629	0.799	0.642	0.617	0.639			1.000	2.228	1.123	1.000	1.583	0.880	1.309	1.711
11	4	10.7	1.00	0.78	1.000	0.758	0.840	0.783	0.760	0.820	0.850	0.707	1.000	1.932	1.983	1.000	0.426	1.099	0.393	1.230
12		13.0	1.00	0.78	1.000	0.986	1.056	1.014	0.935	1.070	1.048	0.958	1.000	0.842	1.600	1.000	0.664	1.017	0.608	1.371
13		11.5	1.00	0.78	1.000	0.985	1.065	1.036	0.953	1.124	1.089	1.021	1.000	1.125	2.071	1.000	0.578	0.993	0.634	1.392
14		12.5	1.00	0.78	1.000	1.040	1.057	1.072	1.000	1.119	1.082	0.995	1.000	1.498	2.840	1.000	0.526	1.073	0.523	1.367
15		15.2	1.00	0.78	1.000	0.564	0.911	0.781	0.720	0.868		0.747	1.000	1.157	2.028	1.000	0.472	1.070	0.472	1.263
16	5	35.0	1.50	1.78	1.000	0.958	1.164	0.963	0.952	0.963	0.966	0.952	1.000	1.198	3.417	1.000	1.081	0.766	0.973	1.628
MEAN(16)					1.000	0.860	0.932	0.903	0.857	0.930	0.992	0.827	1.000	1.423	1.968	1.000	1.040	0.918	0.945	1.315
STANDARD DEVIATION(16)					0.000	0.176	0.128	0.149	0.136	0.153	0.114	0.134	0.000	0.382	0.587	0.000	0.510	0.114	0.363	0.241
COEF. OF VARIATION(16)					0.000	0.205	0.137	0.165	0.159	0.164	0.115	0.163	0.000	0.269	0.298	0.000	0.490	0.124	0.384	0.184
MEAN(15)					1.000	0.852	0.916	0.899	0.851	0.928	0.994	0.817	1.000	1.414	1.832	1.000	1.194	0.911	1.017	1.229
STANDARD DEVIATION(15)					0.000	0.181	0.116	0.153	0.138	0.158	0.120	0.135	0.000	0 370	0.404	0.000	0.642	0.113	0.401	0.270
COEF OF VARIATION(15)					0.000	0.213	0.126	0.171	0.162	0.170	0.121	0.165	0.000	0.261	0.221	0.000	0.538	0.124	0.394	0.220

values obtained using Meyerhof's and Thorburn & Mac Vicar's methods.

It is of utmost importance to carry out load tests till appreciable displacements are attained to enable proper evaluation of the pile load tests. Furthermore, it is recommended to carry out both SPT and CPT soundings as part of the site investigations. Capacities calculated using both SPT and CPT based methods should then be compared, thus providing two independently predicted values.

Notations

qc(n1,n2) = average cone base resistance over a distance n1 pile diameters above and n2 pile diameters below pile tip

qc = cone resistance at tip of pile

Ab = area of pile section

As = suface area of pile shaft

qs = average skin resistance along the pile shaft

qc1 = average cone resistance over 2 pile diameters below pile tip

qc2 = minimum cone resistance over 2 pile diameters below pile tip

qc3 = average cone resistance over 8 pile diameters above pile tip and less than qc1

1 = pile length

D = pile diameter

N' = corrected SPT value pile tip

N = SPT value at pile tip

Vav = average N value along pile shaft

F = empirical factor (=400 for sandy soils)

N n1, n2 = average corrected N over n1 pile diameters above and n2 pile diameters below pile tip

Capacities were calculated using the SPT results for the 16 piles using typical profiles from the five different sites. These capacities are included in Table 1 along with the factors of safety calculated from $Q_{ult}/Q_{material}$. From this table it is seen that :

1 - Meyerhof's predictions are the lowest while Kurkur's are generally the highest (Table 2).

2 - The factors of safety range from 1.4 to 2.3 (excluding test No. 16) as seen from Table 3.

3 - Meyerhof's predictions give the least scatter and most conservative factors of safety.

4 - The factors of safety decrease with the increase in pile diameter (excluding test No. 16) for all methods except for Kurkur's where the values increase with the increase in pile diameter (Table 4).

5 - The diameter of the pile affects all predictions methods, however, its effect on Meyerhof's predictions is the least.

PREDICTION METHODS FOR Q_{ult} USING CPT RESULTS

Five CPT - based methods were used to predict the capacities of the different piles in this study. These methods are :

1 - Van Der Veen (1957) who proposed :

$$Q_{ult} = 0.5\ qc\ (3,1)\ (A\ b + 0.01\ As)$$

2 - NAVFAC DM7.2 who proposed :

$$Q_{ult} = 0.5\ (qc * Ab + qs * As)$$

3 - Balasubrumunian (1984) who proposed :

$$Q_{ult} = 0.65\ (0.5 * qc * Ab + qs * As)$$

4 - Schmertmann (1977) who proposed :

$$Q_{ult} = 0.5\ qc\ (8,4)\ (Ab + 0.01 * As * b)$$

5 - Fleming & Thornburn (1983) who proposed :

$$Q_{ult} = 0.25\ (qc1 + qc2 + qc3)\ Ab + 0.5\ qs*As$$

From examining the results of all five techniques, given in Table 3, it is clear that the weight of shaft friction varies from one method to another . Also, the values for qc and qs are selected on different bases. It is interesting to note that the mean values for all different approaches are very much the the same with exception of Fleming's method. Table 3 also gives the factor of safety based on the ratio of Q_{ult} to the capacity based on the working stress on the pile (taken equal to 40 kg / cm2). From the prediction results, the following could be concluded :

1 - From the statistical analysis of these values, it is possible to recommend the NAVFAC and Balasubrumunian methods for evaluating Q_{ult} using CPT results. However, by examining the two methods it is observed that they rely practically on the same bases. It is, therefore, possible to consider them as essentially one approach. The same statement could be valid for the Van der Veen and Schmertmann methods which again are similar.

2 - It was found that Balasubrumunian method was insensitive to pile diameter and provides very similar values for the F. S. for all sites.

3 - Van der Veen's and Schmertmann's methods provide inverse relationships between the F. S. and pile diameter. The F. S. decrease with the decreases of pile diameter in the Fleming and Balasubrumunian methods.

4 - When the soil is predominantly dense sand near the pile tip any one method could be relied upon. NAVFAC in this case is highly recommended with a factor of safety that ranges from 4.0 to 5.0. In cases where erratic deposits of weak lenses may by encountered, two or more techniques must be used particularly in large diameter bored piles. Fleming may be the conservative method in such soil formation as it emphasizes their effect.

CONCLUSION

From the analyses carried out using the different interpretation methods, it could be concluded that the Modified Chin and DeBeer methods provide the upper and lower bounds for the studied methods. As the Modified Chin's method is more consistent it is recommended to use along with a safety factor of 1.75.

Of the SPT-based methods used to predict the pile capacities, Meyerhof's yielded the most consistent results. It is recommended to adopt a safety factor of 1.3 with this method. All CPT-based prediction methods yield nearly similar results. Of these methods, the procedure recommended by Fleming is most appropriate where clay lenses are present in sand formations as it yields conservative results. The NAVFAC CPT method is the simplest to apply and is most reliable. A safety factor of 4 is recommended for use with method.

From the above findings it could be concluded that the overall average value of Q_{ult} from all eight interpretation methods will be between the estimated values obtained from the SPT-based prediction

after one year could be quite different from those of the same piles after one week.

THE EVALUATION OF Q_{ult} FOR BORED PILE

This study is concerned with bored piles constructed using flight auger construction techniques. To eliminate the inherent variability, or rather to limit it, the pile load tests reported in this study were all constructed by one contrator. Five different sites with 16 load tests and adequate soil exploration are collated and analyzed. The location of theses sites are:

1) Beni Sweif, 2) Mansoura, 3) EL-Manial, 4) EL-Kasr EL-Aini, and 5) EL-Monib. All load tests were performed in accordance with ASTM D 1143 (1974) which is a slow, maintained load, technique.

INTERPRETATION OF Q_{ult} FROM LOAD TESTS

The prediction of Q_{ult} from load tests is the direct method of obtaining the value of Q_{ult} for any pile. The great variations of pile types, installation techniques, and materials result in a wide range of results for the same pile geometry and soil formations. Moreover, the different standards of running the load test, provide different degrees of reliability for one method over another according to how the load test was conducted. All these factors make the choice of a specific interpretation method a difficutl task.

The methods employed to interpret Q_{ult} from the load tests in this paper are : 1) Modified Chin (ref), 2) Davisson (1972), 3) Van der Veen (1953), 4) Fuller & Hoy (1970), 5) Butler & Hoy (1977), 6) Mazurkiewicz (1972), 7) Brinch Hansen's 90% criterion (1963) and 8) De Beer (1967). Figure 1, shows an illustration of each of these methods.

The ultimate capacities using each of the previously mentioned methods were calculated and tabulated in Table 1. To assess all 8 methods relative to each other, the Modified Chin method was used to normalize the capacities predicted using the other methods as shown in Table 2. To evaluate the margin of safety included when using any one method, a factor of safety (F. S.) is defined whereby F. S. = $Q_{ult}/Q_{material}$ with the latter being equal to the pile area* allowable compressive strength of the concrete taken to equal 40 kg/cm^2 in this study. Values of these safety factors are given in Table 3. From these tables the following is observed :

1 - The Modified Chin's method yields the highest capacity while De Beer's method gives the lowest.

2 - Mazurkiewicz's method is the best method from a statisical point of view where the scatter of the factor of sfaety is the least among the 16 tests analyzed and second to De Beer's if test number 16 is excluded.

3 - De Beer's method is very reliable and results in conservative predictions of Q_{ult} for piles with diameters up to 1.0 m.

4 - The relationship between the overall F. S. for a site compared with the mean F. S. for each method provides a good measure of sensitivity for each method considering the soil conditions and pile diameter as shown in Table 4. The Modified Chin's method is seen to be less sensitive to the soil variations, and is the most consistent although it yiels relatively high values of Q_{ult}.

5 - All methods indicate that the F. S. increases with the decrease of pile diameter except for De Beer's method. This fact is valid for piles with diameters up to 1.0 m (Table 4).

It should be noted that the conservative pile length of test No 16 (deliberately designed so to minimize displacement) makes the factor of safety values not as common as for the rest of the 15 tests.

PREDICTION METTHODS FOR Q_{ult} USING SPT RESULTS

The SPT is the most popular in-situ test in soil exploration work. Taking into consideration its simplicity and low cost, the SPT is appealing to geotechnical engineers. The use of the results of this test in design, however, must be carried out with caution due to its shortcomings. Three commonly used methods based on SPT results were used to calculate the capacities of each of the 16 piles in this study. These methods are :

1 - Meyerhof (1976) who proposed :

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s$$

in which,

$$Q_b = 13.3\ NLAb/D \leqslant 133\ NAb \quad (kN)$$

$$Q_s = Nav * As \leqslant 50\ As \quad (kN)$$

2 - Thorburn and Mac Vicar (1970) who proposed :

$$Q_{ult} = 0.5N\ (10,4)*F*Ab + 2/3\ Nav*As \quad (kN)$$

3 - Kurkur (1987) who proposed :

$$Q_{ult} = 13.5\ N\ (3.75,1)*0.02\ DAb + 1/15*Nav*0.02*As \quad (Tonne)$$

PREDICTION OF ULTIMATE CAPACITY OF BORED PILES

By

Mohamed Mamdouh Aly Sabry*

ABSTRACT

In most piling projects, load tests are carried out as a quality assurance measure to verify the working load of the selected type of pile. The pile capacity and depth are usually selected according to the results of the soil exploration work which usually includes SPT or CPT soundings. Very few engineers select to perform both tests on the same site. Moreover, rarely any engineer requests pile load tests before executing the working piles to verify the actual pile ultimate capacity (Q_{ult}).

This paper addresses the problem of interpreting and predicting the ultimate capacity of bored piles. Sixteen load test results from 5 different sites were analyzed and interpreted using 8 different interpretation methods. Pile capacities were also predicted using SPT - and CPT - based methods ; 3 using SPT and 5 employing CPT results. The sixteen capacities (8 interpreted and 8 predicted) were not the same for any one pile. A statistical analysis was carried out for the results and practical recommendations were made for the design engineer to follow that ensured adequate safety factors.

INTRODUCTION

The current practice in evaluating Q_{ult} usually results in a wide range and not a definite value. The local experience of the geotechnical engineer is the determining factor when choosing a design value. Therefore, it is of great interest to many geotechnical engineers to determine the limits of Q_{ult}, its reliability, and a safe procedure to obtain it.

There is more than one route to obtain the value of Q_{ult} such as theoretical calculations, load tests, and empirical correlations with field data (e. g., CPT and SPT). The values obtained for Q_{ult} are usually not the same using any two different methods. Moreover, the pile construction technique influences the value of the field Q_{ult} value. The only true value of Q_{ult} for a single pile is obtained by a load test up to failure. It should be noted that the failure criterion itself is also a subject of debate.

From the above introduction it is evident that more data and analyses are needed to reduce the ranges of doubts when calculating the ultimate capacity of a pile. This study aimed at presenting the problem and providing a practical, realistic, approach to aid the engineer when selecting the pile capacity. All data included in this paper were gathered from piling projects carried out by one local contractor and supervised by a single engineering firm.

THE ULTIMATE PILE CAPACITY

To decide what the value of Q_{ult} is for a single pile from a load test, a criterion must first be set to define it. This criterion may take the form of :

a) Settlement limitation (absolute or relative to pile diameter).

b) Limiting plastic settlement value.

c) Limiting ratio of plastic settlement to elastic settlement.

d) Limiting ratio of settlement to load (total or incremental).... etc.

It is clear that there are many rules, each having its own specific application and advantages/disadvantages. Beside load and displacement, time is also a factor that may be most influential, particularly for piles in clay formations; pile capacities measured

* Associate Professor of Geotechnical Engineeing, Faculty of Engineering, Cairo University.

REFERENCES

1- Belk, W. C. (1964). "Pulp washing with FMC- in Line Extractors". Trans Citrus Eng. Conf. 10:19.

2- Mckinnis, R. B., Andrews, R. A., and Jones, H. L. (1964). "Pulp Wash System Development. Trans. Citrus Eng. Conf. 10:1.

3- Synder, R. P. (1970). "Citrus Pectin and Dried Pectin Peel. Trans Citrus Eng. Conf. A. S. M. E. Vol., 16. Lakeland, Fl.

4- Sinclair, W. B. (1972). "The Grapefruit : Its Composition, Physiology and Products". Univ. Cal. Press, Riverside, C. A.

5- Braddock. R. J. and Kesterson, J. W. (1974). "Use of Enzyme to Increase Yield of Orange Juice Pulp-wash Solids". Proc. Fla. State Hort.

6- Braddock. R. J. and Kesterson, J. W. (1976). "Enzyme Use to Reduce Viscosity and Increase Recovery of Soluble Solids from Citrus Pulp-washing Operations". J. Food Sci., 41:82.

7- Braddock, R. J. and Crandall, P. G. (1978). "Properties and Recovery of Waste Liquids from Citrus Pectin Pomace Manufacture". J. Food Sci., 43: 1678.

8- AOAC. (1975). "Methods of Analysis". 12th. ed. Recoverable Oil. Method 22.103, p. 470. Assoc. Official Anal. Chem., Washington, D. C.

9- Ting, S. V. (1956). "Rapid Colorometric Method of Simultaneous Determination of Total Reducing Sugars and Fructose in Citrus Juices". J. Agr. Food Chem., 4:263.

10- Rouse, A. H., Atkins, C. D. and Moore, E. L. (1962). "Seasonal Changes Occurring in the Pectinesterase Activity and Pectic Constituents of the Component Parts of Citrus Fruits". J. Food Sci., 27:419.

11- Davis, W. B. (1974). "Determination of Flavonones in Citrus Fruits" Anal. Chem., 19:476.

12- Taras, M. J., Greenberg, A. E., Hoak, R. D. Rand, M. C. (1971). Methods for the Examination of Water and Wastewater". 13th ed. Am. Public Health Asson., Washington, DC 20036.

13- Baker, R. A. and Bruemmer, J. H. (1977) "Enzymatic Treatment of Orange Juice to Increase Cloud and Yield and Decrease Sinking Pulp Level". Proc. Fla. State Hort. Soc. 84 197.

higher viscosity than any of the enzyme treated samples.

Table 5 - Effect of enzyme treatment on the viscosity of concentrated citrus liquids.

Product	°Brix	Relative Viscosity (C.P.)	
		No enz.	Enz. (100 ppm)
Orange peel leach liquid	4.50	9.400	1.000
	35.0	22.000	1.800
	55.0	Gel.	2.500
	70.0	——	3.400

CONCLUSION

The results of this work can be of practical utility to the engineer wishing to design or monitor efficiencies of orange peel pomace manufacturing process. Knowing the volume and properties of the dilute leach liquids would aid in determining parameters and costs for waste treatment or utilization of such material. Adaptation of pectolytic enzyme treatment to increase recovery of soluble solids during leaching of orange peel is feasible and could be made common industry practice. Enzymes should be added directly to the peel based on the weight of peel being treated. Use of enzymes to lower viscosity of peel leach liquids to facilitate concentration to higher Brix is inexpensive and simple. Enzyme concentraton is calculated on the basis of total soluble solids in the liquid. A short holding time (15-30 minutes) is necessary before concentration. When the enzyme is added to the peel leach liquid after washing operation, the viscosity is lowered becauce of pectin degradation in the liquid. At lower liquid viscosities, peel can be finished tightly resulting in recovery of more liquid and increasing the yield of soluble solids. Lower viscosities also, will allow evaporation process to be performed more efficiently at lower temperatures thus saving on fuel cost.

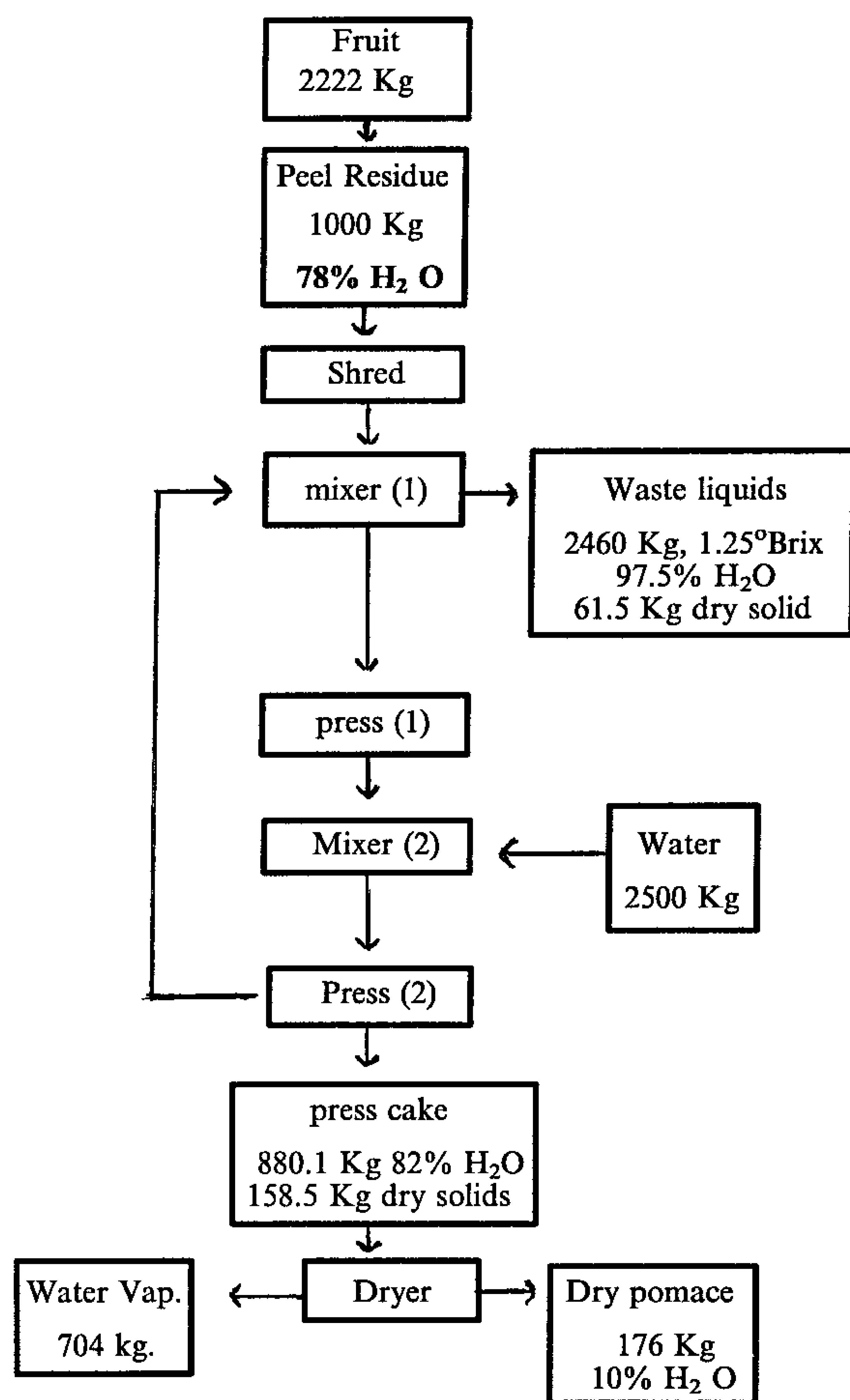


Fig. 1 - Flow diagram and material balance for 1 metric ton orange peel pectin pomace process

Pectolytic enzymes have been used to increase soluble solids yield and to eliminate viscosity problems during peel washing. Experiments were done to determine whether or not holding time before washing and enzyme addition affected the quantity of soluble solids which can be recovered from the peel. Examination of data in Table 3. will show that where washing and enzyme addition immediately after peel recovery from juice extractors soluble solids yield increased by 13%. However, when the peel was held for 1hr. before washing and enzyme treatment, a 15% soluble solids increase occurred after enzyme treatment.

Table 3 - Effect of holding time before leaching and enzyme treatment on the recovery of soluble solids from orange peel.

	No holding time		Holding time (1hr)	
	No enz.	Enz.	No enz.	Enz.
Soluble solids (Kg/ton peel)	60.0	68.0	57.0	65.5

Table 4 shows the effect of enzyme treatment on certain properties of peel-leach liquids. Enzyme treatment of the peel before leaching was 1hr. This treatment resulted in significant improvement of Soluble Solids and leach liquid recovery. As the citrus peel will readily ferment, resulting in microbial spoilage, so holding times greater than 1hr may not be practical. Because of increased recovery of leach water and Soluble Solids, additional benefit of enzyme treatment of the peel may be the use of less water for peel leaching. This could result in considerable savings and waste treatment.

From Table 4, one can see that enzyme use lowers the pH of orange peel leaches. The acidity increase was slight and may be a result of enzymatic pectin breakdown to galacturonic acid residues. One of the main uses for citrus peel leach liquid is to impart cloud to certain fruit drinks and beverages. Enzyme use to increase soluble solids yield from peel-washing lowers the clouding ability of the liquid recovered (Table 4). However, if the liquid is properly heat-stabilized (87.8°C) during processing, cloud loss is usually not sufficient to be of concern (Baker and Bruemmer [13]).

Table 4 - Properties of peel leach liquids for orange peels treated with enzymes.

	No enz.	Enz.
Soluble solids (kg/ton peel)	57	65.5
Wash liquid recovery(%)	89	98
° Brix	4.5	4.7
Acid (%)	0.4	0.9
Viscosity (CPS)	9.400	0.9000
Cloud (% T and 650 nm)	6.0	9.5
pH	4.9	4.2

Because the washing operation leaches soluble pectic substances from the peel, high viscosity of the liquid sometimes causes difficulties and prevents concentration to high °Brix. Pectolytic enzymes have been used to reduce the viscosity of liquids after recovery from the peel. In contrast to enzyme use to increase Soluble Solids during peel washing, much less total amounts of enzyme are needed for viscosity reduction.

The effect of enzyme treatment of peel leach liquids on concentration is shown in Table 5. Concentration to high °Brix was easily done of enzyme treated orange peel washes, whereas gel formed at much lower °Brix without enzyme treatment. The most significant resuls shown in Table 5 of adding enzyme to peel leach liquids were the viscosity reduction of the final concentrates. The sample to which no enzyme was added had a much

moisture was carried out in a vacuum drier at 60 C for 16 hours. All solid materials and soluble solids in the liquids were accounted for on a dry weight basis. The soluble solids of the liquids were determined by refractive index and expressed as Brix using appropriate correction for citric acid. Citric acid was determined by titration with standardized sodium hydroxide (0.3125 N). Quantities of peel oil found in leach liquids were determined by bromide titration AOAC, [8]. Total reducing sugar contents of liquids were determined by the method of Ting [9]. Water soluble pectin of leach liquids was determined by the method of Rouse [10]. Flavonoids were determined by a brookfield viscometer.

Wastewater analysis consisted of determinations for COD, BOD, settleable matter and turbidity (Nephelometric Turbidity units, NTU) using methods from (Taras et al., [12].

Enzyeme treatment for soluble solids recovery was carried out by mixing 200g peel and 400g water, 100 pp pectolytic enzyme (Polygal-acturonase) based on the peel weight were added to the mixture and allowed to stand for 1h. Thereafter., the mixture was drained, pressed, and the liquid was recovered quantitatively. The soluble solids were determined as °Brix by refractometer and put on a kg solids/ton of peel basis, titratable acidity as% citric acid and cloud by measuring light transmittance at 650 nm of liquids.

Enzyme treatments for various peel-leach liquids were used to reduce viscosity in order that the liquid could be concentrated to higher °Brix by evaporation. Enzyme concentration necessary for viscosity reduction was 100 ppm based on the total Soluble solids contained in the tank. Holding time after enzyme addition was 30 min. Concentration of various leach liquids was carried out by evaporation under vacuum at 60°C. Relative viscosities of various citrus peel leach concentrates and liquids were determined using a Brookfield viscometer and the appropriate rpm and spindle. All experiments and analyses were carried out in duplicate.

3 - RESULTS AND DISCUSSION

To evaluate leaching efficiency and predict waste treatment loads, it was necessary to obtain a material balance of a typical pectin pomace process. A flow diagram and material balance of the process for orange peel was constructed from the experimental data (Fig. 1). The moisture content of the leached pressed peel prior to drying was about 82%. Orange peel residue amounted to 45% of the fruit weight.

These are the average results for four trials:

1. 1000g raw orang peel (78% moisture) contained 220g solids.
2. After leaching with 2 x 2500 g water and pressing 2460 g of 97.5% moisture (1.2 °Brix) liquid or 61.5 g dry solids (28% of the total dry peel solids) were removed.
3. 880.1 g of press cake (82% moisture) or 158.5 g dry solids were recovered.

(Braddock and crandall, [7]) reported that approximately 20-30% of the total dry peel solids must be removed by leaching in order to produce light coloured pomace. The commercial leaching processes usually remove 20% of the solids from the peel, whereas laboratory leaching processes are able to remove and recover over 30%. Thus with the laboratory leach, it is possible to estimate the maximum recovery from the commercial scale. It is also useful to ustilize the laboratory leaching procedure for a precise, controlled comparison to the commercial process.

Waste treatment of the leach liquids is expensive and difficult because of the high concentration of soluble solids (for waste treatment processes) and large volumes to handle. Results of experiments to determine the pollution properties of orange peel leaching processes are presented in Table 1. Cod and Bod data indicate that the liquids would be digested easily in a waste treatment process. The values for settleable matter are significant and settling step is required.

Table 1 - Waste treatment properties of orange peel leach liquids.

COD ppm.	BOD ppm.	Set. Solids ppm.	Turbidity NTU
11	7.8	160	1.100

To aid evaluation of utilization, some chemical properties of leach liquids were determined and presented in Table 2. The data show that water soluble pectin and relative viscosity are quite high and it is necessary to treat the liquid with pectolytic enzymes in order to concentrate to high soluble solids content (60-70 °Brix).

Table 2 - Properties of leach liquids from orange peel.

Soluble solids (°Brix)	Titrable acidity (mg/100g)	pH	Essential oils (%v/V)	Total reducing sugars%	Water soluble pectin mg/100g	Relative viscosity (C.P.)	Flavonoids (ppm)
1.2	78	3.9	0.05	0.60	34	12	120

PRODUCTION OF PECTIN POMACE AND RECOVERY OF LEACH LIQUIDS FROM ORANGE PEEL

By
S. A. El-Nawawi* and Y. A. Heikal**

ABSTRACT

This paper summarizes the results of an experimental investigation aimed at processing of orange peel to produce pectin pomace. Leach liquids produced during the process had the following properties: COD (11ppm), BOD (7.8 ppm), settleable matter (160ppm), turbidity (1.100 NTU). The presence of water soluble pectin (34 mg/100 g) in the dilute leach liquids contributed to high viscosities and made concentration by evaporation difficult. Treatment of the peel with pectolytic enzymes resulted in increasing yield of recoverable soluble solids from 57 to 65.5 kg soluble solids/ ton peel. Enzyme-treated liquids were concentrated to 70 Brix and relative viscosity of 3,400 centipoise. However, due to gel formation, non treated liquids cannot be concentrated to over 35 Brix due to high viscosity (over 20000 centipoise). Careful use of enzymes to increase soluble solids yield or lower viscosity during leaching of the peel did not affect the Brix, pH, or clouding ability of the concentrated peel liquids. Based on the results of this work a flow diagram and material balance of a citrus orange pectin pomace production process is presented.

INTRODUCTION

The term pectin pomace is applied to citrus peel which has been carefully dried after leaching with water to lower the concentration of soluble sugars and acids. An efficient leaching process for soluble solids removal from the peel prior to dehydration will result in higher quality pectin pomace. Leaching is normally carried out in a two step counter-current process using large volumes of water. Leaching and dehydration processes have been described by Belk [1], Mckinnis et al. [2]; Snyder [3], Synclair [4] and Braddock and kesterson [5]. The dried pomace has been used as a raw material for pectin manufacture while the leach liquid is discharged and treated as waste.

Treatment of this liquid is difficult becauc of the quantity of soluble and insoluble solids, the large volumes to be handled and the high viscosity associated with the presence of water-soluble pectic substances. Utilization of the leach liquids may be considered as an alternative to waste treatment. If concentration by evaporation is to be performed, it will be necessary to treat the liquid with pectolytic enzymes in order to concentrate to high soluble solids content (60-70 Brix). Procedures for this treatment have been described by Braddock and Kesterson [5], [6]. Once the leach liquid is concentrated, it should make suitable molasses useful for cattle feed, or can also be used as beverage clouding agents, Braddock and Crandall [7].

The purpose of this work is to present a flow and material balance data for a pectin pomace production process, to determine the waste treatment properties and other chemical properties of leach liquids produced during processing. Also the feasibility of utilyzing pectolytic enzymes to increase the recovery of soluble solids from citrus peel and to lower the viscosity of leach liquids was determined.

EXPERIMENTAL

Citrus peel from oranges, collected after juice extraction from commercial extractors, comminuted to a coarse size of 1.0 cm, and then the comminuted peel was leached through two consecutive 30 minutes leaching cycles with 2.5 kg water/kg peel at 60 C. The mixture was continuously agitated during leaching. Between extractions, peel was drained and pressed. Dehydration of the pressed peel from 82% to 10%

* Chem. E. Dept. National Research Center.
** Food E. Dept. Faculty of Agric. Ain Shams University.

Table 5 - Correlation matrix of the first period (1989 - 91).

	Qo	Qw	Qg	$\sum$ Qo	$\sum$ Qw	$\sum$ Qg	GOR	W/C	N
Qo	1								
Qw	-0.04119	1							
Qg	0.94956	-0.15584	1						
$\sum$ Qo	-0.95666	0.17373	-0.91039	1					
$\sum$ Qw	-0.92949	0.26013	-0.87726	0.98701	1				
$\sum$ Qg	-0.95295	0.18265	-0.90591	0.99973	0.98966	1			
GOR	-0.15830	-0.38616	0.14833	0.17183	0.16949	0.17331	1		
W/C	-0.94251	0.35075	-0.92519	0.94877	0.96310	0.95023	0.03485	1	
N	0.10570	0.44941	-0.01815	-0.0865	-0.06077	-0.08364	-0.45498	0.03345	1

REFERENCES

1- Roduonov, D. A., Cogan, R. I., Golbyova, V. A., et al. "Handbook of Mathematical Methods in Geology," Nedra, Moscow, 1987.

2- Mac Donald, R. C., Campbell, J. E. "Valuation of Supplemental and Enhanced Oil Recovery Projects With Risk Analysis," JPT, Jan. 1986, pp. 57-69.

3- Iman, R. L. and Davenport, J. M. "Rank Correlation Plots for Use with Correlated Input Variables in Simulation Studies, "SAND 80-1903, Sandia Natl. Laboratories, Albuquerque, NM, 1980.

4- Macary, S. M. and Assal A. M. "Using Statistical Techniques of Data Processing for West Baker Development Plan" Egypt J. of Pet., Vol. 1 No. 2, 1993, pp. 21-26.

5- Stanley, L. T. "Practical Statistics for Petroleum Engineers" Petroleum Publishing Company, Tulsa, USA, 1973.

Table 2 - Descriptive statistics of the first period data (1986 - 88).

Statistical Parameters						
Factor	Mean Value	SD *	Cov%**	Stand *** Error	χ^2	Distribution
Qo	1262	148	11.7	36	2.44	Normal
Qw	645	159	24.7	39	3.33	Normal
Qg	643	116	18.1	28	3.33	Normal
$\sum$ Qo	352743	12669	3.6	3073	0.67	Normal
$\sum$ Qw	45260	2990	15.4	1695	1.56	Normal
$\sum$ Qg	142	7	4.8	2	1.56	Normal
GOR	513	94	18.4	23	5.11	Normal
W/C	34	6	18.8	2	8.61	Normal
N	18	2	8.1	0.4	14.89	Non normal

* Standard deviation.
** Covariance.
*** Standard error of the mean.

Table 3 - Descriptive statistics of the second period data (1989 - 91).

Statistical Parameters						
Factor	Mean Value	SD *	Cov%**	Stand *** Error	χ^2	Distribution
Qo	852	304	35.7	76	5.12	Normal
Qw	865	88	10.2	22	13.59	Non normal
Qg	996	178	35.9	44	1.35	Normal
$\sum$ Qo	392787	8138	2.1	2034	1.35	Normal
$\sum$ Qw	73326	8726	11.9	2181	1.35	Normal
$\sum$ Qg	164	5	2.9	1	1.35	Normal
GOR	585	56	9.5	14	10.77	Normal
W/C	52	9	17.2	2	2.29	Normal
N	20	2	9.7	0.5	8.88	Normal

* Standard deviation.
** Covariance.
*** Standard error of the mean.

Table 4 - Correlation matrix of the first period (1986 - 88).

	Qo	Qw	Qg	$\sum$ Qo	$\sum$ Qw	$\sum$ Qg	GOR	W/C	N
Qo	1								
Qw	-0.8678	1							
Qg	0.30647	0.46403	1						
$\sum$ Qo	0.00648	0.78629	0.57956	1					
$\sum$ Qw	0.06225	0.78003	0.58459	0.99540	1				
$\sum$ Qg	0.06045	0.76697	0.58616	0.99728	0.99802	1			
GOR	-0.31145	0.48882	0.80349	0.52438	0.49987	0.49865	1		
W/C	-0.4990	0.90310	0.28186	0.67136	0.64191	0.63013	0.56610	1	
N	-0.03605	0.52439	0.33505	0.67843	0.71656	0.69899	0.34386	0.34386	1

second stage between Q_o and the three cumulative points out that the decrease of Q_o affects negatively the rate of change of $\sum Q_o$. It is completely logic that all cumulative quantities are correlated to each other with high positive correlation coefficient as they are ever increasing, i.e., their direction of change is the same.

CONCLUSION

1- The driving mechanism in the Nubia reservoir of Ramadan field is a resultant of both gas in solution mechanism and active water influx regime.

2- Cumulative water produced, along with cumulative gas produced seem to be well supporting factors of the reservoir pressure.

3- There is no need for flooding project.

4- New drilling will not increase the net production of the reservoir.

5- The suggested statistical approach is too easy to be applied and provides reliable conclusions.

6- As water breaks through, the movement of reservoir fluids should be regulated by using theory of games in opening and closing wells, updating the perforated intervals and applying methods of mobility ratio improvement.

NOMENCLATURE

Bii = cofactor of element Rii of the correlation matrix.
Bij = cofactor of element Rij of the correlation matrix.
Bjj = cofactor of element Rjj of the correlation matrix.
GOR = gas oil ratio, MSCF/BBL.
m = number of facors.
MBO = 1000 barrel oil.
MBOPM = 1000 barrel oil per month.
MBW = 1000 barrel water.
MMMSCF = billion standard cubic feet.
MBWPM = 1000 barrel per month.
MMSCFPM = million standard cubic feet per month.
N = number of wells.
n = number of points of a factor.
Qg = monthly water production rate, MMSCFPM.
Qo = monthly oil production rate, MBOPM.
Qw = monthly water production rate, MBWPM.
R = correlation coefficient, fraction.
W/C = water cut, %.
X = values of a factor.
X = mean value.
∑Qg = cumulative gas production, MMMSCF.
∑Qo = cumulative oil production, MBO.
∑Qw = cumulative water production, MBW.

SUBSCRIPTS

g = gas.

i = factor number, i = 1,2,3..., m.

j = factor number, j = 1,2,3..., m

o = oil.

t = point number, t = 1,2,3..., n.

w = water.

SUPERSCRIPTS

p = partial.

Table 1 - Production data (1986 - 88)

No.	Qo, MBOPM	Qw, BWPM	Qg, MMSCF/Mon	∑Qo, MBO	∑Qw, MBO	∑Qg, MMMSCF	GOR, MSCF/Bll	W/c, %	N
1	1426.0	453.0	504.0	331090.0	35043.0	131.2	353.0	24.1	19
2	1413.0	464.0	558.0	334203.0	36042.0	132.3	395.0	24.7	18
3	1426.0	397.0	544.0	337187.0	36870.0	133.3	381.0	21.8	15
4	1458.0	454.0	758.0	340018.0	37720.0	134.8	520.0	23.8	15
5	961.0	396.0	473.0	342294.0	38598.0	135.9	492.0	29.2	18
6	1249.0	637.0	683.0	344678.0	39900.0	137.1	547.0	33.8	17
7	1070.0	625.0	457.0	346928.0	41180.0	138.1	527.0	36.9	17
8	1178.0	827.0	603.0	349271.0	42721.0	139.2	511.0	41.2	18
9	1108.0	676.0	496.0	351548.0	44108.0	140.2	447.0	37.9	18
10	1059.0	725.0	674.0	353722.0	45559.0	141.3	636.0	40.7	18
11	1145.0	780.0	873.0	355786.0	47068.0	143.1	763.0	40.5	19
12	1256.0	738.0	611.0	358340.0	48711.0	144.6	487.0	37.0	19
13	1213.0	630.0	674.0	360741.0	50031.0	145.9	556.0	34.2	20
14	1295.0	571.0	785.0	363436.0	51250.0	147.8	606.0	30.6	20
15	1272.0	662.0	664.0	366026.0	52556.0	149.2	522.0	34.2	19
16	1457.0	751.0	764.0	368730.0	45023.0	150.6	525.0	34.0	20
17	1350.0	913.0	969.0	371369.0	55705.0	152.0	515.0	40.0	19
18	1380	910.0	754.0	374012.0	575997.0	153.4	547.0	39.8	20

relationship between the output variable and an input variable when this relationship is monotonic. Thus, partial correlation on ranked data provides a meaningful measure of the sensitivity of model output to model input [3].

Partial correlation coefficient is given by the formula :

$$R^{P}_{ij.\ 1,2,\ldots,m} = \frac{B_{ij}}{\sqrt{B_{ii}\ .\ B_{jj}}} \quad (3)$$

where B_{ij}, B_{ii} and B_{jj} are the cofactors of the elements R_{ij}, R_{ii} and R_{jj} of the correlation matrix respectively[4].

Both coefficients of correlation (Eq.2 and 3) vary according to the inequality.

$$-1 \leqslant R \leqslant 1 \quad (4)$$

The negative sign indicates an inverse relationship between variables. For used number of points, 18, and level of significance 95% values of R are significant if $R > 0.47$ [5]. I.e., the relation between these variables is postulated and there is a possibility to regress them one on another for prediction purposes. The greater the value of R, the more reliable the prediction is.

STATISTICAL TREATMENT OF DATA

Many statistical parameters were determined and calculated for both intervals 1986-1988 and 1989-1991. Some of these parmeters are given in Tables 2 and 3. These tables indicate the homogeneity of data vectors as the values of the coefficient of variance, the standard error of mean and chi-square (χ^2) are small.

The hypothesis that the population, from which we took our samples (data vectors) is normally distributed was checked. All factors within the first period are found to be normally distributed at the 95% confidence level except the number of produers, which decreases the stability level of production process. Within the second time interval only in case of water production rate the hypothesis that its values follow the normal distribution can be rejected. This means that water production rate may have some mature behavior within this period.

As a result of correlation coefficient calculation, two correlation matrices (see Tables 4 and 5 for the first and second periods, respectively) were obtained. As seen from Table 4, about 23 correlation coefficients are significant and indicate a high interaction between pairs of variables. Many of them are logic, but others are not, so we checked this phenomenon using the partial correlation coefficient. The correlation between the following pairs were again calculated while fixing the effect of all other variables : Q_o–w/c, $Q_w–\sum Q_g$ and $Q_g - \sum Q_w$.

DISCUSSION

The statistical indicators of data homogeneity (Tables 2 and 3) testify to good metering system and fair allocation of production to this reservoir. Factors that are not normally distributed focus the need to fit their distribution to any of the known distributions for forecasting purposes.

The value of R (Q_o - Q_g 1986-1988) seems to be invalid compared with its value in the two other intervals (before 1986 and the period 1989-91). Thus, we check it with partial correlation technique while fixing the effect of both factors GOR and W/C. The resulted correlation coefficient is highly significant, which proves the active role of gas solution in the lifting process. Oil and water production rates are not statistically correlated as indicated by the insignificant values of $R_{Qo\text{-}Qw}$ in both intervals (see Tables 4 and 5). This proves the fact that water is not pushing oil but passing through.

The significant correlation between cumulative gas and cumulative water and at the same time with water cut shows the active role of gas in lifting liquid to the surface and leads to think about the future injection rates considering the growth of w/c.

Very interesting is the behavior of N relationships with other variables. Throughout the first interval, N had a significant interaction with Q_w, $\sum Q_o$ and $\sum Q_g$ while the second interval indicates that N has no relationship with any other variables. Prior calculations to 1986 show that N was related to Q_o and $\sum Q_g$. The evolution of N relationships shows that the increase of number of producers will not affect the production performance, therefore; further drilling is not recommended.

The highly significant correlation coefficient, which always exists between water production rate and gas production rate from one side and the cumulative production in other side points out specially without water injection, that the combination drive mechanisms of both gas in solution and active water drive is still stronger enough to manage the reservoir by itself without any pressure maintenance method. The negative interaction between oil production and w/c indicates the logic interaction between those two factors.

The negative sign of correlation coefficient in the

1991. At that time, cumulative water production obeyed an exact exponential growth. All the production characteristics mentioned above are time dependent (time series), so each point represents synchronic measurements of the nine factors.

Each year was represented by 6 points, so that the period or interval is a data vector of 18 points. Table 1 shows, for example, the data of the last interval (1989-1991). Figures 1 through 3 display the production performance of the Nubia "C" reservoir of Ramadan Oil Field up to 1991. This systematic approach - the overall evaluation using statistical techniques - could be run by calculating the dual correlation coefficient (Person correlation coefficient)

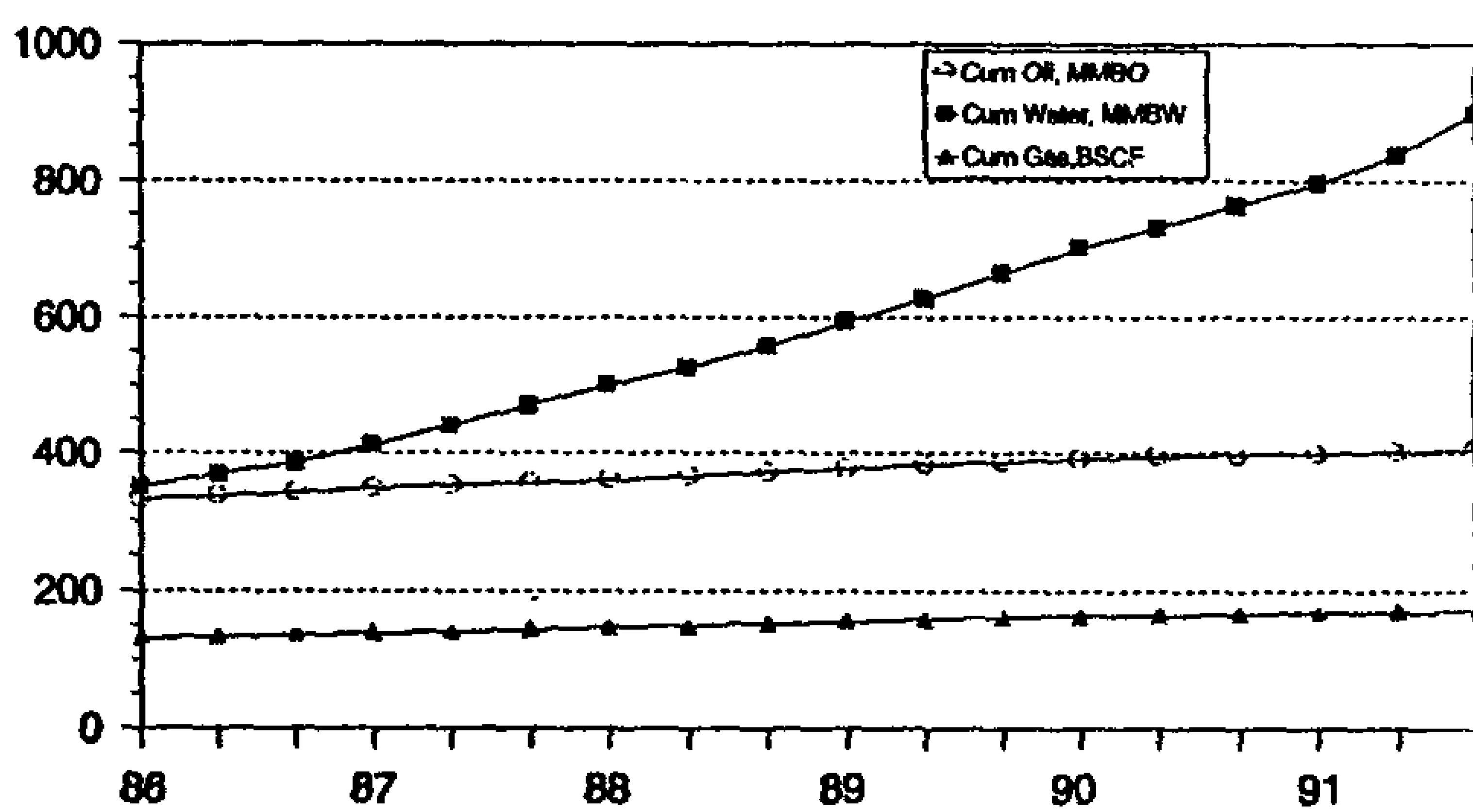


Fig. 1 - Ramadan Field - Nubia "C" Reservoir cumulative data.

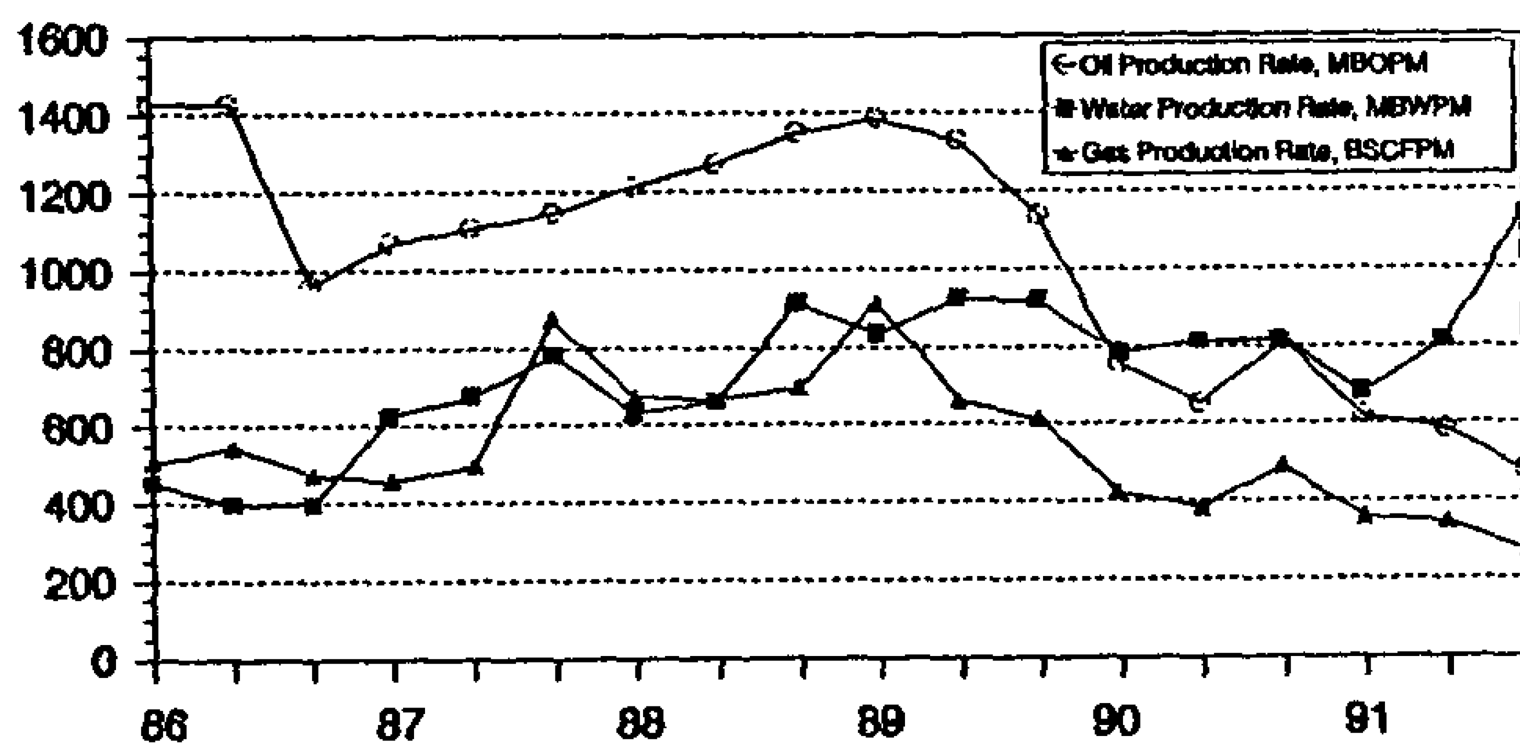


Fig. 2 - Ramadan Field - Nubia "C" Reservior production rate..

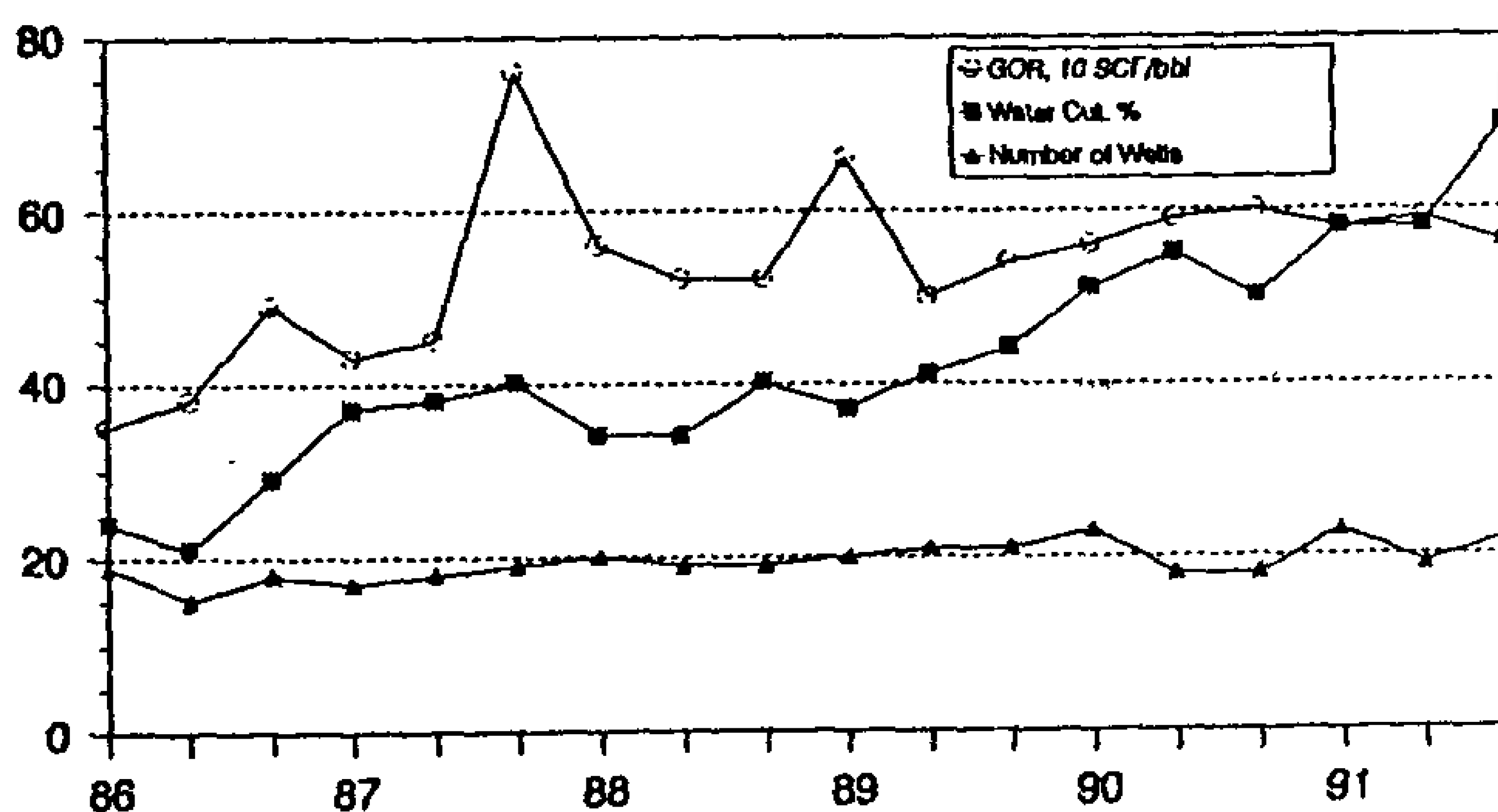


Fig. 3 - Ramadan Field - Nubia "C" Reservior production performance.

and at the mean while considering the partial correlation coefficient.

USED TECHNIQUES

Measurements of Q_o, Q_g, and Q_w are continuous random variables, so the correlation coefficient is recommended to expose their relationships as it introduces the power of these relationships quantitatively. This correlation coefficient is defined by the normalized covariance of both variables divided by their standard deviations. It is given by the formula [1] :

$$R = \frac{\sum_{t=1}^{n}(x_{ti} - \bar{x}_i)(x_{tj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n}(x_{ti} - \bar{x}_i)^2 \sum_{t=1}^{n}(x_{tj} - \bar{x}_j)^2}} \qquad (1)$$

where $i \neq j$, $i = 1,2,3,...,m$; $j = 1,2,3,...,m$; m = number of variables; $t = 1,2,3...,n$; n = number of points.

In making some arithmetic operations, R will have the form :

$$R = \frac{\sum_{t=1}^{n} x_{ti}x_{tj} - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} x_{ti}\right)\left(\sum_{t=1}^{n} x_{tj}\right)}{\sqrt{\left[\sum_{t=1}^{n} x_{ti}^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} x_{ti}\right)^2\right]\left[\sum_{t=1}^{n} x_{tj}^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} x_{tj}\right)^2\right]}} \qquad (2)$$

The last formula is preferred as it significantly reduces the number of operations of the first equation and, consequently, maximizes the accuracy of calculated R.

When calculating the simple correlation in case of multi-variable processes the fact that several input variables are allowed to change simultaneously is ignored. Therefore, the influence of a particular input variable on model output may be masked by the simultaneous variation of other input variables. Such cases demand the application of partial correlation technique. Partial correlation coefficients, on the other hand, systematically eliminate the effects of varying input variables other than the variable in question [2].

However, while partial correlation coefficient provides a relatively easy means to examine linear relationships between model input and model output, they can be misleading for nonlinear relationships. To avoid any suspicion about the nature of the input-output relationship a procedure is provided by calculating partial correlation on ranked data. The effect of the rank transformation is to linearize the

AN INTEGRATED STATISTICAL EVALUATION OF THE PRODUCTION PERFORMANCE

By
S. M. Macary* and A. M. Assal **

ABSTRACT

The question of oil fields development becomes more and more a must due to energy crisis and as a result of a shortage in new discoveries. Any development plan requires accurate diagnosis of the reservoir status and its production performance. This diagnosis is the key for any prediction process.

The present work introduces a simple and quick evaluation of the production performance using statistical techniques. The evaluation considers, as production performance characteristics of the Nubia "C" reservior of Ramadan Oil Field, the following factors :

The monthly oil production rate, monthly water production rate, monthly gas production rate, cumulative oil production, cumulative gas production, cumulative water production, gas oil ratio, water cut, and the number of producing wells.

Many statistical parameters were calculated and the correlation coefficient between each pair of the above mentioned characteristics was computed. Then an overall correlation matrix was constructed and analyzed.

The study proves the active combined role of both gas in solution regime and water drive mechanism in managing the reservoir. Also, the work shows that new drilling will not result in additional recovery. The statistical approach is recommended to be used for express evaluation of reservoir performance.

DATA DESCRIPTION

The diagnosis of the current status of any oil field is very important for regulation and optimization purposes. Better diagnosis leads to accurate forecasting with low uncertainty. This diagnosis could be achieved through an express statistical evaluation of the relationship (interaction) between the main production characterisitics of the concerned field. For the Nubia "C" reservior of Ramadan field, operated by Gulf of Suez Petroleum Company (GUPCO), we consider for correlation analysis the following factors :

Oil production rate (Q_o, MBOPM), water production rate (Q_w, MBWPM), gas production rate (Q_g, MMScfPM), cumulative oil production ($\sum Q_o$, MBO), cumulative water production ($\sum Q_w$, MBW), cumulative gas production ($\sum Q_g$, MMMSCF), gas oil ratio (GOR, scf/bbl), water cut (w/c, percentage) and the number of the producing wells (N).

The integrated evaluation of the statistical correlation between those factors, besides other field evidences, makes the decision making for regulation production rates and optimizing the number of producers to be easier. As seen, the chosen factors form two groups, the first of which has factors that vary in one direction (cumulative always increases), while the second consists of factors that have two directional variances (e. g, rates and number of producers).

The production performance versus time (1986-1991) is divided into two time intervals considering specific production criteria that differ with time. The period that ended 1985, where a relative balance was planned between the withdrawal rates and the water influx activity, is considered as a guide throughout the study. The first interval, which is characterized by mature technical prolblems that affected the number of producers, extends from 1986 to 1988. The second interval regards the production data of 1989 through

* Egyption Petroleum Research Institute, Nasr City;
** Cairo University, Faculty of Engineering, Cairo, Egypt.

REFERENCES

1. *Abdet Salam M. S. and Sowelim M. A. (1967a) "Dustfall caused by the Spring Khamasin Storms in Cairo", Atmospheric Environment; 1, 221-226.*

2. *Abdel Salam M. S. and Sowelim M. A. (1967b) "Dust Deposits in the City of Cairo", Atmospheric Environment; 1, 211-220.*

3. *Bagnold R. A. (1941) "The Physics of Blown Sand Desert Dunes", Champman Hall, London, P. 265.*

4. *Ranz W. E. and Wong J. B. (1952) "Impaction of Dust Small Particles on Surface and Body Collectors", Ind. Eng. Chem., 44/6, 1371-1381.*

5. *Sowelim M. A. (1983) "Characteristics of Storm Deposited Dust at Cairo", Atmos. Environ., 17/1, 145-149.*

6. *Sowelim M. A. (1990) "A Consistent Dustfall Collector Convenient for Cairo Atmosphere", Bull. Fac. Sci., Zagazig Univ., 12/1, 338-347.*

7. *Sowelim M. A. (1992) "A Study of Sand Deposits Caused by a Duststorm on Cairo Area", 4th Nat. Phys. Conf., on: Role of physics in Development and Protection of Environment, Cairo Univ., 28-30 Nov. 1992, Part I, 63-73.*

8. *Sowelim M. A. (1994) "Size Distribution Functions of Conveyed Dust Particles at Different Heights During Storms", Egt. Eng. Assoc., Accepted for publication.*

9. *Sowelim M. A. and Nasralla M. M. (1994) "Wind Conveyed Desert Dust Blown on Sakkara Area", 4th Int. Conf. on Environmental Protection as Must, Alex., 10-12 May.*

eastern gauges were 50 and 53 μm during the two periods. The increase of the 55 μm may be due to the high wind velocity associated the first period which is characterized by the passage of Khamasin storms with their southerly hot-dry winds (Sowelim, 1967). This direction extends to the desert before passing over Helwan industrial area. This may be confirmed by the high collected dust rate of 666 mg/m^2. d.

Types of suspended dust deposition :

When a dust particle is suspended it moves with the air current. In case of the increase of wind velocity, such particle will be raised up to a certain level according to its size and moves again in the horizontal air current. When the wind conveyed dust decreases, the particles encountering less air resistance will deposit, while those having less size remain suspended in air flow. During those three mentioned cases, if any obstacle such as trees, buildings, or others faced those conveyed particles they will come into collision with such obstacles resulting in a change of particles' momentum causing their deposition. Such resulted deposition is called impaction deposition. In case of calm weather where the wind velocity is less than 1m/sec or no motion of air in the horizontal direction at all, the falldown of dust particulates of all sizes occur except the small particles having less than a few micrometers which are suspended in Brownian motion.

The amounts of collected dust rates as g/m^2. d, for free deposition or due to impaction on the baffles of the collecting devices, during the two periods are shown in table 5.

Table 5 - Collected deposited dust rates and their corresponding actual mean wind velocities.

Collection type	Period I		Period II	
	g/m^2.d	$\bar{V}$ (m/sec)	g/m^2. d	$\bar{V}$ (m/sec)
Deposition	1.72	2.87	2.89	4.04
Conveyance				
N	0.42	2.19	0.75	4.20
E	0.51	3.09	0.42	3.74
S	0.67	4.29	0.40	2.57
W	0.62	3.91	0.46	3.27
	2.22		2.03	

A new trial to obtain an index combining the wind conveyed dust collection and the deposited dust rates at the same time and location, is performed (calculated).

The deposition rate of the dust particles is quantitatively smaller than collected dust rates due to impaction inside collecting four gauges during the first period. This means :

$$R_1 = \frac{\text{Deposited } (g/m^2.\ d)}{\text{Impacted } (g/m^2.\ d)} = \frac{1.72}{2.22} = 0.77 < 1$$

During the second period characterized by significant calm days and no storm blowing, the same ratio is:

$$R_2 = \frac{2.89}{2.03} = 1.42 \qquad \text{i. e.} > 1$$

Those two indeces indicate that the deposition rate increases by the decrease of blowing wind velocity and reaches its maximum when calm weather predominates. On the other hand, dust deposition due to impaction of conveyed dust increases with the increase of wind velocity.

CONCLUSION

Results of the present investigation showed that collected dustfall particles have bigger particle size than those deposited due to impaction of collected wind conveyed particulates. Measured median diameters showed that their values were 71 and 65 μm for free deposited dust during the two periods successively. The collected conveyed dust particles gave median diameters ranging from 40 to 61 μm and from 41 to 65 μm during the first and second periods respectively. The sizes of collected particles are in direct proportionality with the mean recorded wind speed. Collected dust deposition rates, whether free dustfall or impacted collected dust, increase with the blowing wind duration and predominating mean wind speed.

The values of calculated ratios relating the deposition rates of dust particles as well as those trapped by the wind conveyed dust gauges are < 1 during times of unstable atmosphere and > 1 in case of stable or calm weather.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am most grateful for the useful discussion and helpful assistance I received from Prof. Dr. S. A. Farag, Head of The Air Poll. Dept., N. R. C. Thanks should be given to the Egyptian Meteo. Authority, Central Office, for providing data on the required meteorological elements.

$\therefore\ C_2 = 0.0755\ mg/m^3.$

where C_1 and C_2 are the two dust concentrations (by weight) during the two periods.

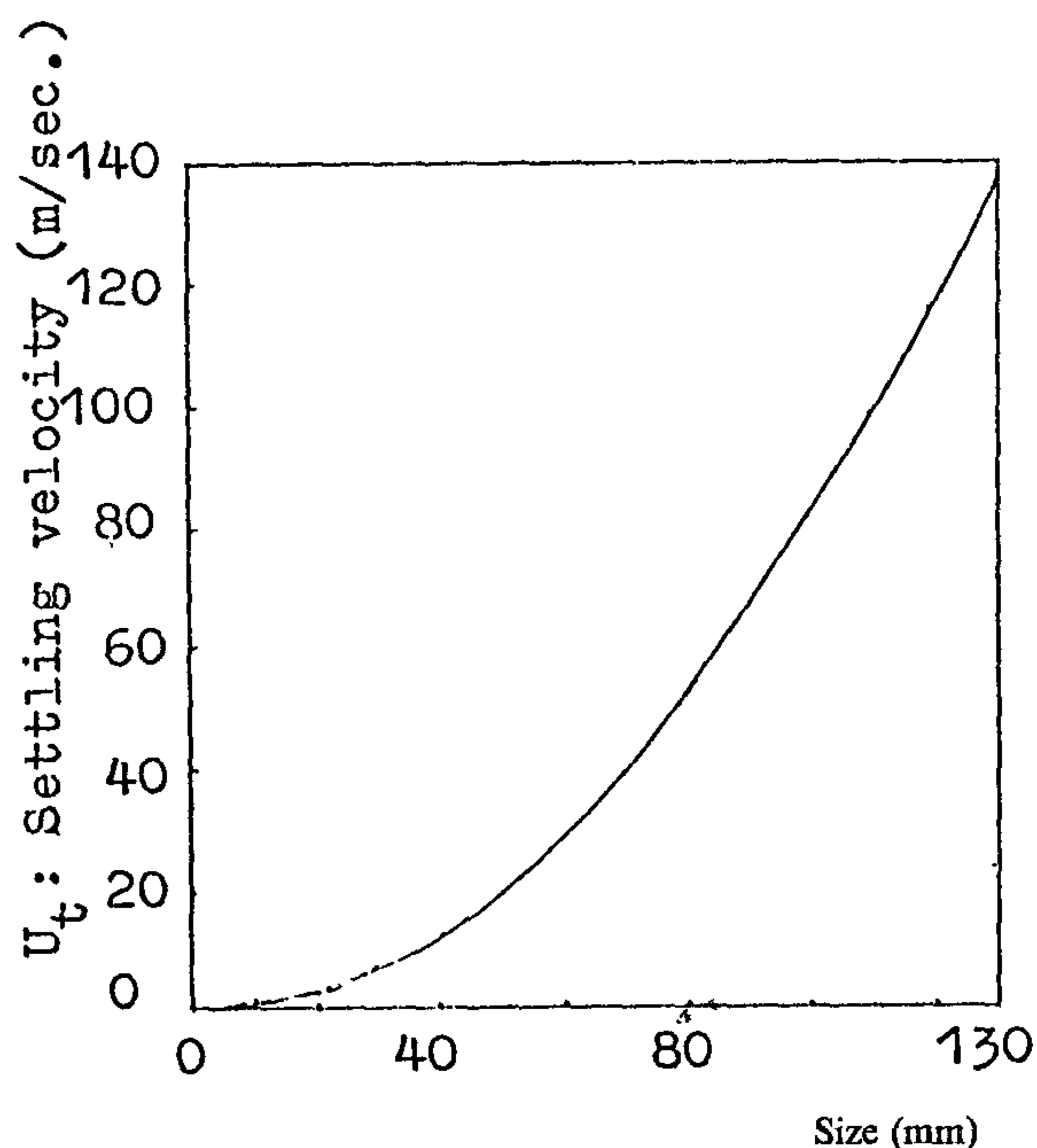


Fig. 3 - Change of the settling velocity with particle size

Collection of conveyed dust by impaction :

The combination of the needed minimum wind velocity to induce saltation of dust particles and be able to suspend those particles and carry them in a horizontal path over ground yields an equation (Sowelim, 1994) in the form :

$$V_z = 5.75 \times 123.7\sqrt{D} \log z \times (30/D)$$

where 123.7 is the value of V_t resulting from equation 3 when ρ_p equals 2.7 g/c.c. By substituting z = 1000 cm and D from 10 to 130 μm the corresponding values of V_z are obtained. When those co-ordinates are graphically plotted, the curve of figure 4 is obtained. The used equation is :

$$V_z = 711.2 \times \sqrt{D}\ (\log 30000 - \log D)\ \text{cm/sec.} \quad ...(5)$$

The choice of 10 m as a height of the dust conveyed wind current to be in accordance with the international level of wind velocity measurement. Consequently, the horizontal wind velocity at the sampling level (25 m) is equal to that measured at 10 m in an open area due to the effect of buildings around the sampling site. Accordingly, the V_z corresponding to the median diameters during the two study periods were obtained from figure 4. Such values as well as dust collected rates are shown in table (4).

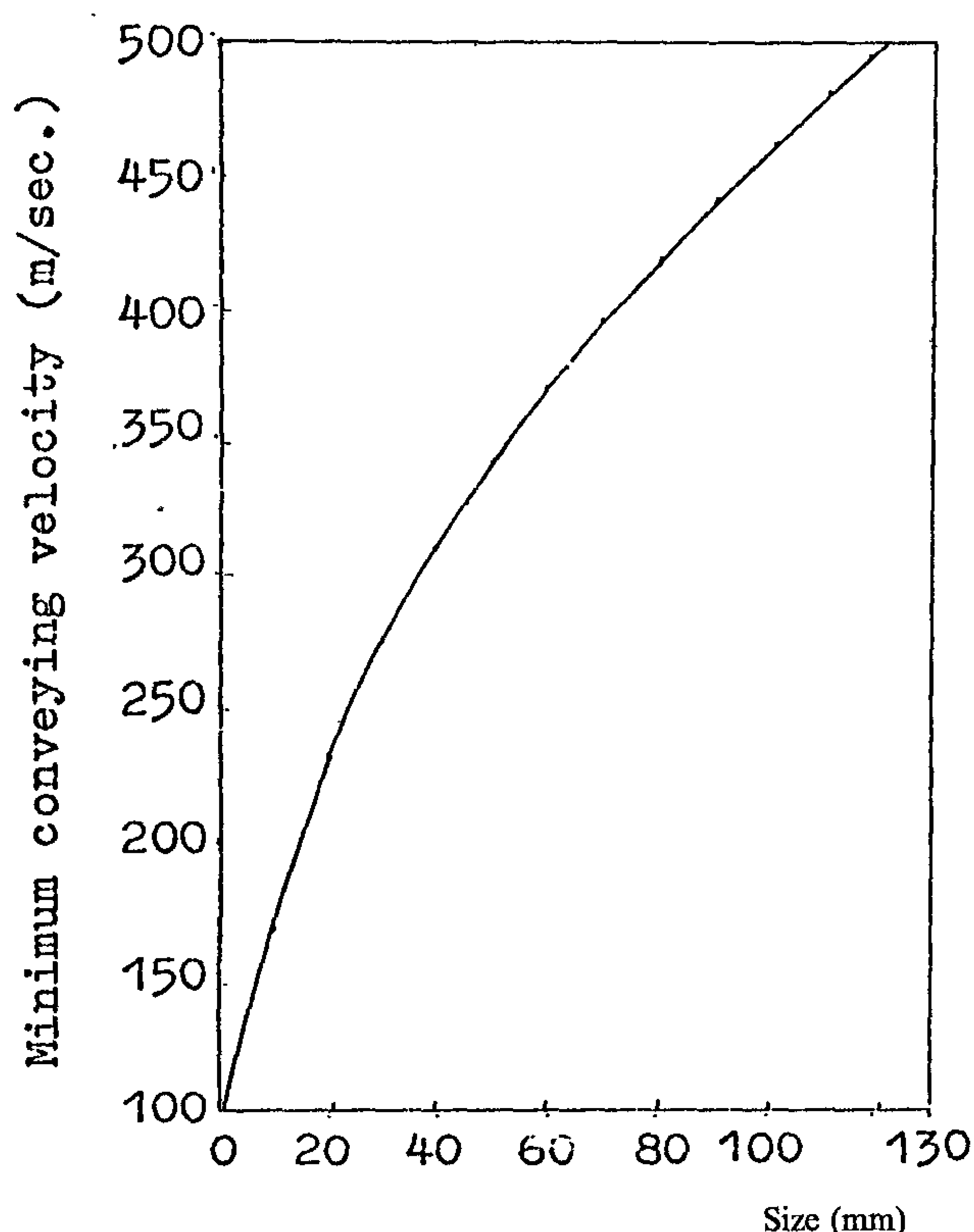


Fig. 4 - Change of minimun conveying wind velocity with particle size.

Table 4 - Collection rates of conveyed dust particles, their corresponding median sizes and minimum conveyable velocities

Collecting direction	Period I Weight (mg/m².d)	Period I $D_{50\%}$	Period I V_z (cm/sec)	Period II Weight (mg/m².d)	Period II $D_{50\%}$	Period II V_z (cm/sec)
N	417	40	309	750	41	326
E	509	50	341	417	53	350
S	666	55	355	404	46	329
W	622	61	372	457	65	382

The northern gauges collected dust particles have minimum median diameters and minimum wind velocities as well. On the other hand, maximum median diameters are given by the western gauges and hence maximum wind velocities. The northern direction is characterized by extended cultivated lands followed by a residential area. Such planted area helps in dust removal by impaction process and in decreasing the wind velocity where dust particles of comparatively coarser sizes find their way to settle. The western direction is that of the Sahara and consequently contributes in polluting the area not only by dust (< 100 μm) but with fine and very fine sands (> 100 μm) in case of strong winds.

East of the sampling site is the city center followed by Mokattam Hill which is a rich source of Ca CO_3 and clay minerals (Sowelim, 1967). Consequently, the median grain sizes of collected wind conveyed dust by

the laboratory and replaced by clean ones. Furthermore, the two deposited dust beakers were transported to the laboratory as well. The two jars contents were transferred to a clean tarred small beaker while the contents of the four flasks, corresponding to the four directional wind conveyed dust devices, were transferred to 4 tarred beakers too. Therefore, we have 5 dust samples ready for mechanical analysis. Such analysis was performed by a set of sieves having mesh diameters of 125, 100, 71 and 40 μm. The dust of grain size more than 125 μm were discarded hence, the upper limit of Stoke's law validity is less than 130 μm. The weights of each size interval < 40, 40-71, 71-100 and 100-125 μm were shown in table (1).

Cumulative curves of those intervals' dust weights were plotted where the median size diameters were obtained, as shown in Fig. 2.

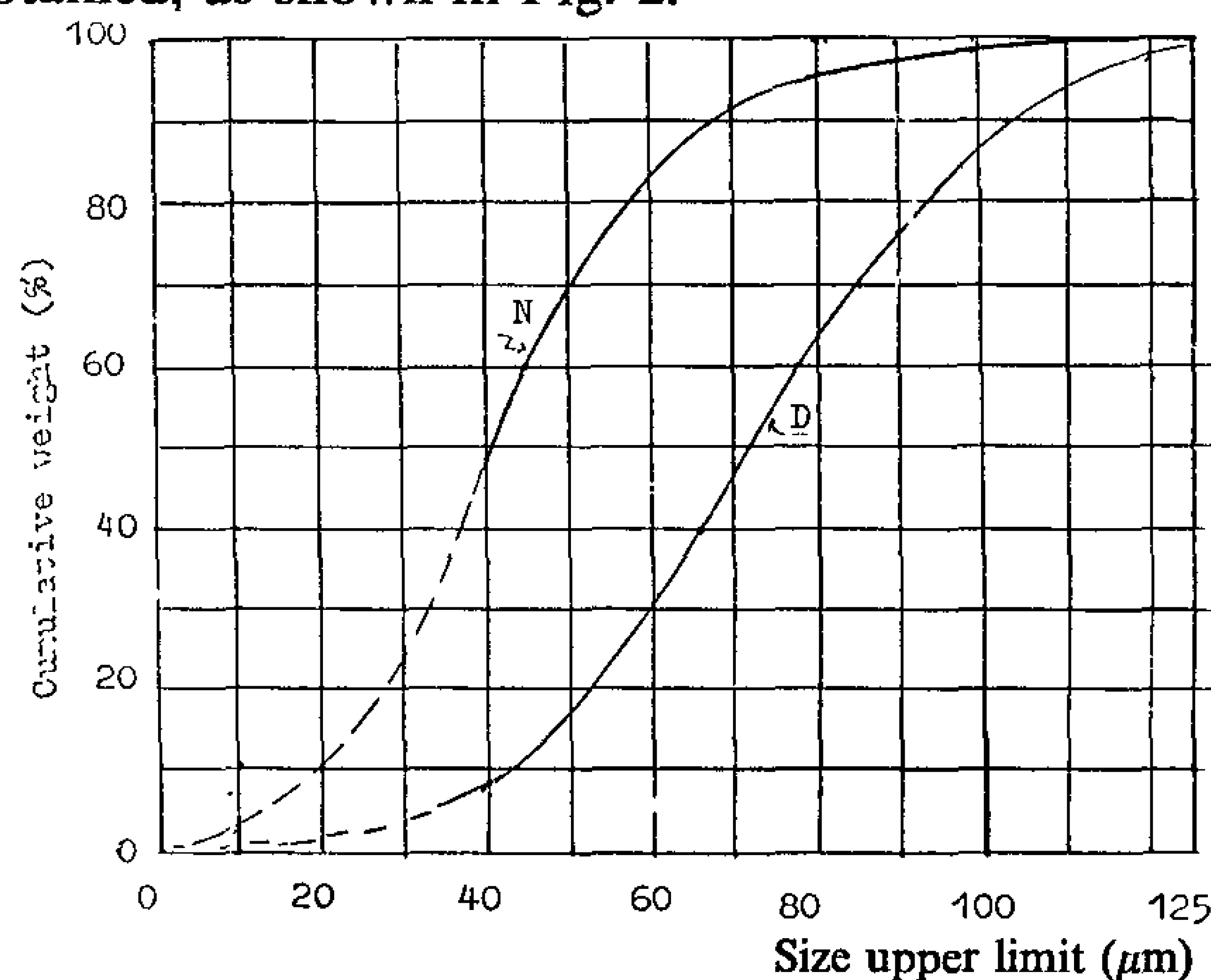


Fig. 2 - Sample plot of cumulative curves representing deposited (D) and northern collected conveyed (N) dust particles during period I.

The total dust weight of each sample was converted to mg/m^2. d considering that the combined area of the two deposited dust collectors is 265.5 cm^2 and the area of the wind conveyed dust collector is 300 cm^2. Furthermore, the first experimental period is 104 and the second is 108 days. Necessary meteorological elements recorded in the area during the present study were collected from the Egyptian Organization of Meteorology, table (2).

Table 2 - Number of hours of blowing suface wind speed and direction within specified ranges.

Period	Wind dirn.	Mid points of wind speed ranges m/sec 1.03	2.6	4.4	6.9	9.8	Total hrs.	Average wind speed
I	N	107.25	193.50	334.75	140.5	5.750	781.75	3.98
	E	58.75	33.75	40.75	9.25	1.50	144.00	2.82
	S	9.50	—	56.25	23.25	3.25	92.25	4.87
	W	9.25	21.25	29.00	7.00	0.50	67.00	3.67
							1085.00	3.88
II	N	150.5	330.50	487.75	194.50	6.50	1169.75	3.90
	E	23.75	20.75	22.75	8.75	1.50	77.50	3.27
	S	7.25	1.25	6.25	—	—	14.75	2.59
	W	30.75	48.50	58.00	8.75	—	146.00	3.24
							1408.00	3.78

Calm weather duration : Period I 38 hrs & Period II 49 hrs.

RESULTS AND DISCUSSION

Resulted calculated collection of dust samples rates during the two periods are shown in table (3).

Table 3 - Collected dust rates during the two study periods.

Collection type	Period I mg/m^2. d	Period II mg/m^2. d
Dustfall	1723.4	2893.1
Conveyed		
N	417.2	750.0
E	509.4	416.7
S	666.7	404.3
W	621.7	456.5

Dust particles deposition rate :

Deposition of suspended or wind conveyed dust occurs when the resistance a particle encounters in falling is equated to the force on the particle. Such deposition is maximum during calm atmosphere where the only effective force is the particle weight. Therefore, suspended dust falldown with different settling velocities depending on the particle size as shown in Stoke's law.

Table (3) shows that collected dust deposition rate during period II was about 1.7 times those collected during period I. This increase may be attributed to the relatively highest mean velocity and blowing hours of the westerly winds. Furthermore, the number of calm hours reached 49 hrs during such period, resulting in increasing dust deposition rate.

Since the deposition rate of dust particles = Concentration x Settling velocity

By substituting $\rho = 2.7$ g/c.c in equation 2, it becomes:

$$U_t = 0.003 \times 2.7 \times d^2_\mu = 0.081\ d^2_\mu \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

For different values of d_μ from 10 to 125 um, the corresponding U_t values were obtained. Such relation is shown in figure 3. The collected deposited dust during the two periods have 71 and 74 um median diameters (table 1). The corresponding settling velocities obtained from figure 3 are 39.7 and 44.4 cm/sec., respectively. By substituting these two values of velocities in the above relation, then :

$$1723.4\ mg/m^2.\ d = C_1 \times 39.79\ cm/sec.$$

and after adjusting the units, we have: $C_1 = 0.0503$ mg/m^3.

Similarly, 2893.1 mg/m^2.d = C_2x44.36 cm/sec.

Previous investigators studied the velocity able to release dust particles from the ground surface and carry them at certain level to move horizontally with air currents. For example, Bagnold (1941) gave correct values of wind saltaion velocity and the minimum velocity required to suspend particles in a horizontal wind flow. The two velocities are in the form :

$$V_t = C.\sqrt{\frac{\rho_p - \rho_a}{\rho_a}} \quad g.\ D. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

and $V_z = 5.75\ V_t \log (z/k)$, cm/sec ....(4)

where V_t is the minimal threshold velocity enough to move dust particle from rest, cm/sec.,

C is a coefficient of value 0.085

ρ_a is the density of air (0.00125 g/c.c.),

ρ_p is the density of dust particle, g/c.c.),

D is the particle diameter, cm,

g is the gravity constant, 981 cm/sec^2.,

k is the roughness factor of approximately D/30.

V_z is the velocity required to raise a particle of diameter D (cm) to a z (cm) height over the surface of air flow.

Deposition of dust rates and collected conveyed dust rates are discussed by using the above four equations conidering the median size of each sample as a single particle diameter and the air flow is laminar. The median sizes were obtained from the cumulative drawn curves.

METHODOLOGY

Dust collecting gauges :

The present investigation covered the two periods of February 1st. 1993 to May 15 and from May 16 to August 31 of the same year. During those two periods, both deposited and wind conveyed dust were collected. The gauges for deposited dust are two identical glass beakers of 13 cm diameter and 19 cm height. Such beakers were recommended by Sowelim, (1990) since they are the most consistent dust collecting gauges suitable for Cairo climate. Each beaker was set up over an iron tripod of 0.6 m height to prevent its blowing down by strong winds and to avoid resuspended dust particles collection from the underneath roof surface. Moreover, four devices of wind conveyed dust collection were placed close to the above mentioned two deposited dust collectors. They are similar to those used in the previous studies (Sewelim, 1992, 1994), figure 1. Each of them was fixed facing one of the cardinal directions (N,E,S&W). The two cylinderical jars as well as the four wind conveyed dust collectors were placed on the roof of the N.R.C. at about 25 m height over the street surface.

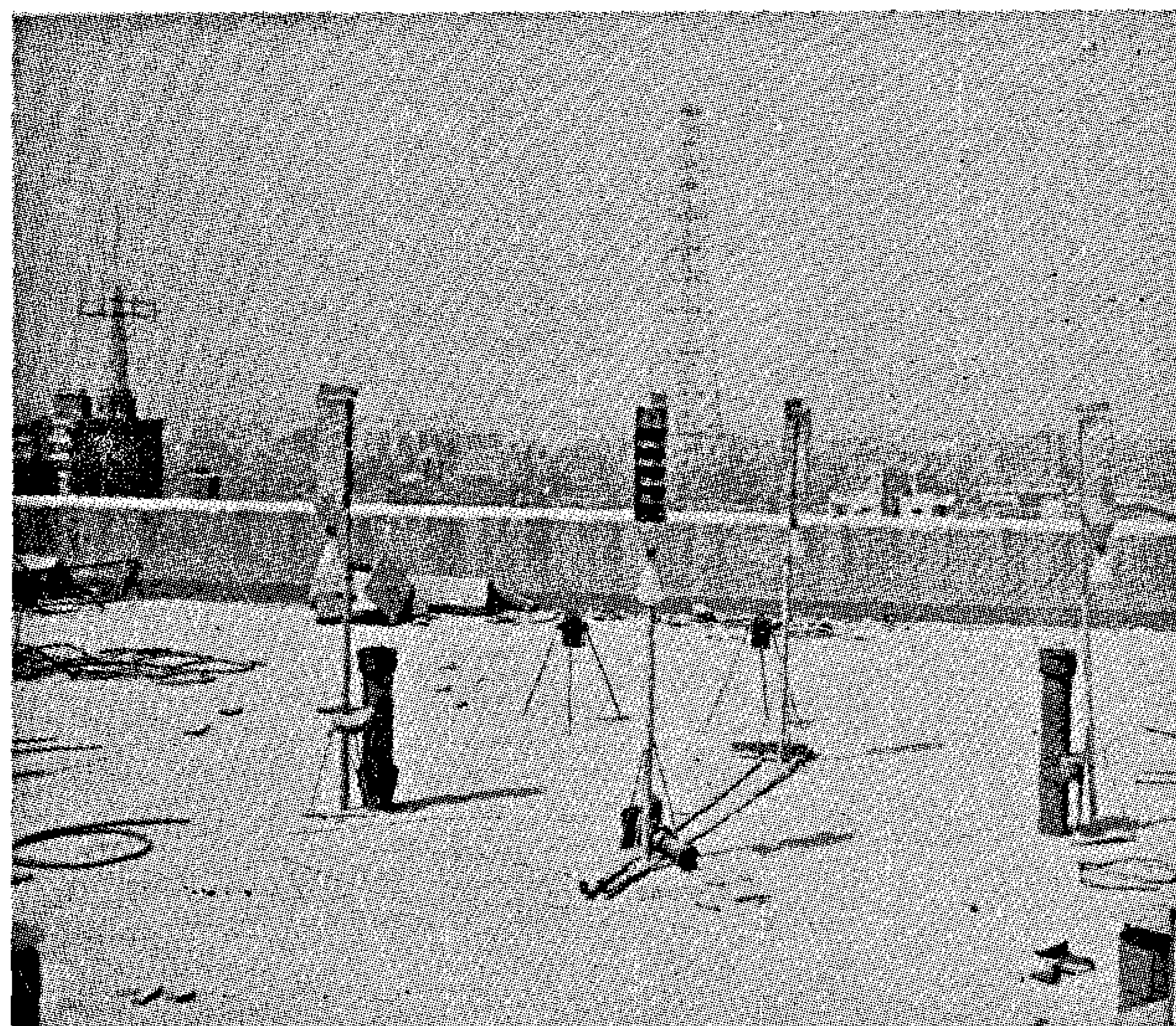


Fig. 1 - The used of our conveyed dust collecting gauges

Sampling and particle size analysis :

Both the two deposited dust and the four wind conveyed dust gauges were left for 104 and 108 days successively. At the end of each period the collected dusts were thoroughly transferred from the devices by a camel hair brush to be collected inside the attached collecting flasks. Those flasks were taken to

Table 1 - Size ranges of the collected dust particles during the two study periods.

Collection type	Dust particles' size intervals				Sample wt.(mg)	Median diam-(μm)
	<40	40-71(μm)	71-100	100-125		
Perid I						
Deposited	380.75	1998.96	1822,86	555.42	4758.0	71
Conveyed						
N	651.37	560.18	65.14	25.01	1301.7	40
E	588.28	556.48	302.09	142.14	1589.0	50
S	686.74	1082.14	249.73	61.39	2080.0	46
W	213.51	1242.22	368.78	115.49	1940.0	61
Period II						
Deposited	331.87	2406.09	5061.06	496.98	8296	74
Conveyed						
N	1215.49	948.08	206.63	59.80	2430	41
E	351.28	689.06	229.68	79.98	1350	53
S	170.44	930.84	170.44	38.28	131C	55
W	118.40	799.22	444.01	117.37	1479	65

CHARACTERISTICS OF WIND LOADED AND DEPOSITED COLLECTED DUSTS IN A RESIDENTIAL DISTRICT IN CAIRO

By
M. A. Sowelim*

ABSTRACT

Two periods study was carried out on the dust deposition and the wind conveyed dust collection rates, during dry weather. Dust collectors for depodited and wind conveyed dust were used to have suitable dust samples for chemical analysis. Size intervals of <40, 40-71, 71-100 and 100-125 μm were used for electrical sieving in order to have a cumulative curve for each sample. Median diameters (D_{50}%) obtained from those curves ranged from 40 to 65 μm for conveyed dust during the two periods. For deposited dust they were 71 μm during the first period and 65 μm during the second period.

The variation of collected dust rates was interpreted according to the recorded mean wind speed which was (theoritically) considered as minimum wind transporting speed.

A ratio correlating the dust collection rates dus to deposition and wind conveyed dust collected by impaction process was calculated to be < 1 (0.77) and > 1 (1.43) during the first and second periods respectively. Several other findings and conclusions are included.

INTRODUCTION

Dust Deposition :

Dust ranged in size from microscopic to about 130 μm. When dust falls or settles under gravity, its behaviour in the air obeys Stoke's law which is suitable when the dust particles have sizes of 150 μm or less (Sowelim, 1983). This means that the acceleration of gravity affects the dust motion to a far exten. This can be seen from Stoke's law in the form :

$$U_t = g\,(\rho_p - \rho_a)\,d^2/18\,\mu \qquad \text{.................................(1)}$$

where U_t = terminal settling velocity of particle (cm/sec),

ρ_p = particle density (g/cc.), ρ_a = density of air,

d = particle diameter (cm),

μ = dynamic viscosity of air (0.018 poise),

g = acceleration of gravity (981 cm/sec^2).

When the density of air is neglected and by substituting the values of g and μ in equation (1), it becomes :

$$U_t = 0.003 \text{ X } \rho_p\, d^2_\mu \qquad \text{.................................(2)}$$

where d_μ is in micrometers

Dust Impaction :

Impaction is quite important in the removal of small particles from the atmosphere, especially those particles small enough to prevent effective settling. The velocity needed for impaction is given to the particles by air currents (Ranz & Wong, 1952). The efficiency of dust particles impaction and thereafter collection depends on particle diameters and the dimensions of the impaction surface. Such surface is the inclined baffles of the used wind conveyed dust gauges during the present investigation.

Deposition of the wind conveyed dust depends on particles' size such that the coarser deposit near their source of emanation and particles of smaller size are transported by wind. When the dust loaded winds decrease their velocities, for some reason, dust particles leave the flow and deposit downwards when the upward drag force is less than their weight. Other part of dust particulates deposit by impaction with leaves of trees, buildings, or any other obstacles in the way of air flow.

* Air Pollution Department, National Research Center, Cairo, Egypt.

REFERNCES :

1- H. H. Tawfik "Studying the Main Effects of High Current Conductors in the Electrical Power Engineering Work" PH. D. Dissertation Thesis, October 1975, El Azhar University Cairo Nasr City, Arab Republic of Egypt.

2- M. K. Gohar, H. H. Tawfik, M. M. Abdel Aziz "Design of High Current Bolted Bus Bars Joints, in Direct Current Systems" IEEE, P. E. S. Meeting, Los Angleles July, 1979 also Abstracted Paper (P. A. S) Jan/Feb. 1980 A 79,425.

3- M. M. Abdel Aziz, A. A. Hassan, H. H. Tawfik "New Modified Design of Direct Current Bolted Bus Bar Joint, IEEE Transactions on Power Delivery, Volume (3) No. (3) July (1988) p. p. 1004-1008.

4- Observations on the Paper 2. above Made by Gumant Patel Research Engineers, Hindustan Brown Boveri, Limited. India.

5- H. H. Tawfik "A Method to Calculate Forces on Bus Bars (L) Bolted Joints Supports for (d.c.) Short Circuit and their Positions" Third Middle East Power System Conference NEPCON 94 Paper SP 09-101, Jan, (1994), p. p. 236-241.

6- Dr. S. L. Uppal "Electrical Power", Bus Bar System and Reactors, Chapter (28) p. p. 829-850. Khanna Publisheres, Delhi 6. India.

7- H. H. Tawfik Improving : The Design of Bolted High Tension, High Current Bus Bars Rectangular (L) and (T) Joints, by Shaping the Corners into Elliptic Half Cylinders, or Similar, Journal of the Egyptian Society of Engineers No. 2, Vol. 25, (1986) p. p. 69-76.

Those bus bars joints are subject to the electro-mechanical forces, as before, at short circuit conditions, and their efficient design is required from economical point of view in case of (a.c.) while in case of (d.c.) it is approximately the only way of the protection of such systems during abnormal conditions, as explained above.

Here the bus bar joints are delicate pieces of apparatus in the power systems under consideration. The efficient design of such bus bars joints, to withstand forces during short circuits and overloads, and heating in steady state, is required as follows, from safety and economical points of view :

A) Bus bar joints areas of overlap are subject to unequal current distribution throughout the

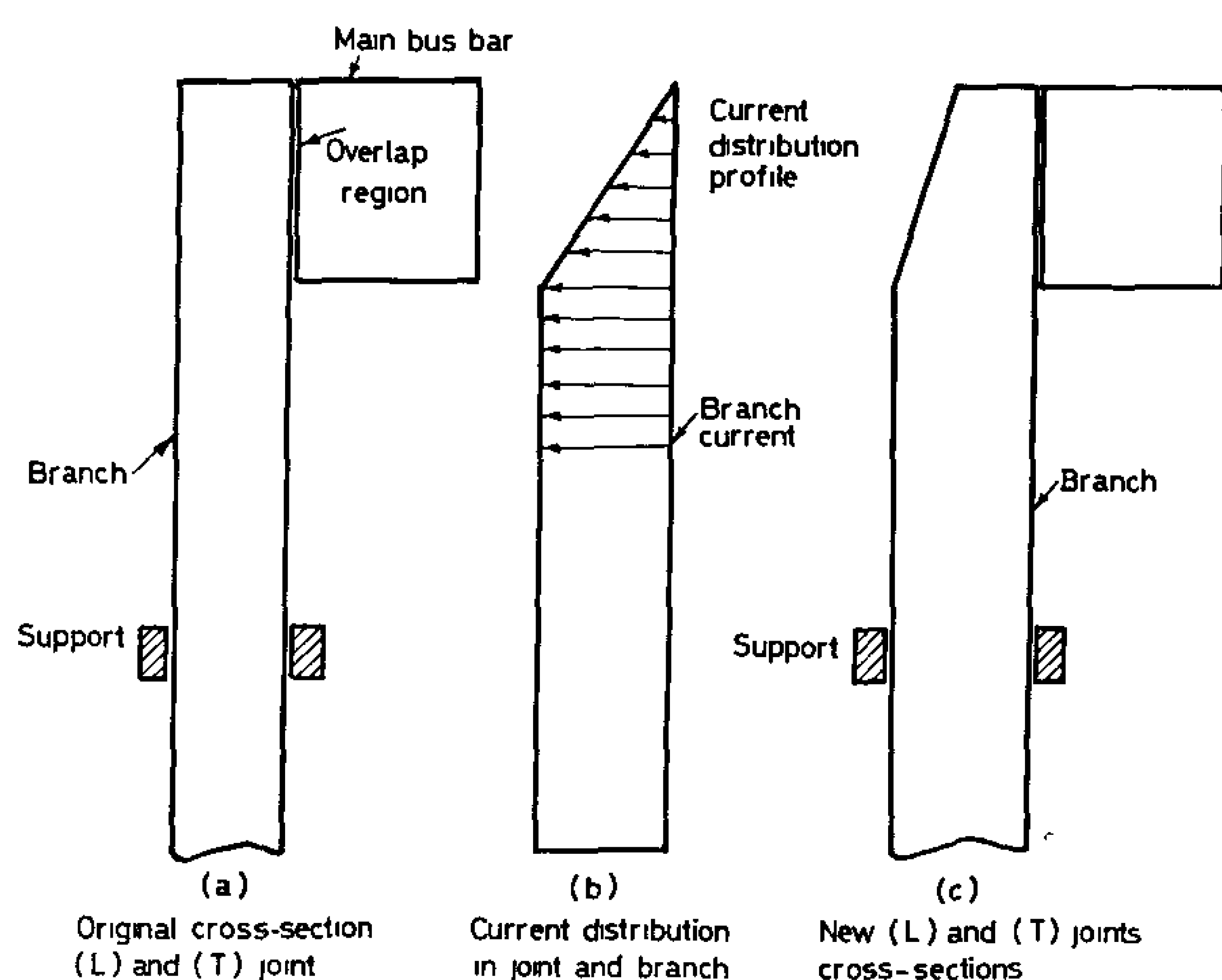


Fig. 5 - D. C. Bus bar joint.

overlap cross-sectional due to current changing direction in it, which results in differential heating conditions at steady state and overloads. Changing the cross-sectional area in proportion to the linearly changing growth of the current in the joint overlap is a remedy (4), and Fig. (5), or by shaping sides of bus bar joints branches into half round shapes, Fig. (6). (7), to enhanece contact losses effecs.

B) With relays of efficient small timing, such as semi

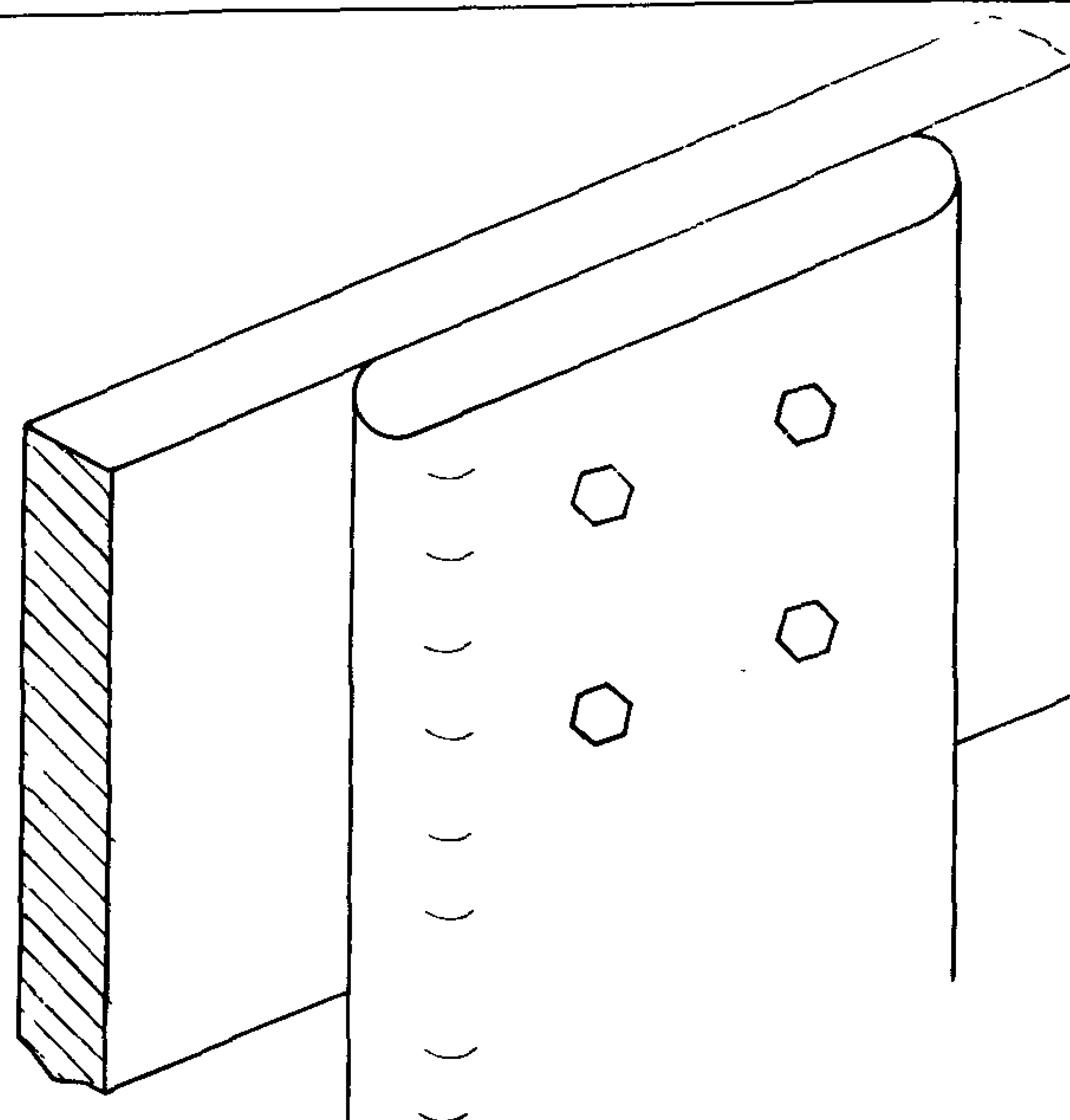


Fig. 6 - (T) section with rounded corners.

conductors solid state types, and also with efficient circuit breakers and reactors, as much as economical, in the power system, the joints remain the weakest part of the systems under consideration during the clearing of the short circuit or overload conditions in the considered systems. The new trend in the design of the (L) and (T) as well as the angle joints, is for promising safe design of the bolts, welds and rivets in the overlap region, see Fig. (4), (5), of such joints, to meet short circuit (s.c.) conditions (1,2,3,).

C) Supports are suggested to share the bolts their responsibility in holding both parts of the joint fastened together during short circuit conditions as well as steady state conditions, and overloads, if any, against forces acting in the joint beyond the overlap, ref, (5).

It may be noted here that the design of (a.c.) bus bar joints differs from that of (d.c.) joints or small cross-sectional (a.c.) due to skin effect conditions in the former, and which is not present in the latters. Also the design procedure differs in case of bolted and riveed as compared to welded bus bar joints.

round; also we have better heat dissipation for self or forced cooled bars, from area (s) from a safety of performance point of view.

2- In case of E. H. V. and U. H. V. (extra high voltages and ultra high voltages), mostly round, rectangular or flat sections bus bars bundles to increase the disruptive and visual coronas volages and hence reduce safely the radio and television interference levels with nearby electronic apparatus, which is good from a sefety point of view.

4- BUS BARS JOINTS : Fig. (1), (L) and (T)

Upon the verification of bus bars systems, and bus bars corresponding joints Fig. (3), we can watch the positions of the reactors to meet short circuit conditions in such systems, vis-à -vis bus joints positions (as in the figure). It is seen that many such bus bar joints, are found to be away from the reactors influence safety regions to meet short circuit forces on the bus bar joints, due to (s.c.) short circuit currents changing directions in such joints, see Fig. (4), where we have forces, due to (∅) flux and current (i) interactions, (F_1) and (F_2) on bolts of joints. If we try to put additional reactor turns for the protection of such joints, additional cost of such reactor together with power losses present in them in case of (a.c.) during steady state performance of such conductors, leads to their non use, and the joints are free from their protection, Fig. (3). They, therefore, must rely on their own design to give them the required safety during overload and short circuit conditions of loading, in order to have good economical performance.

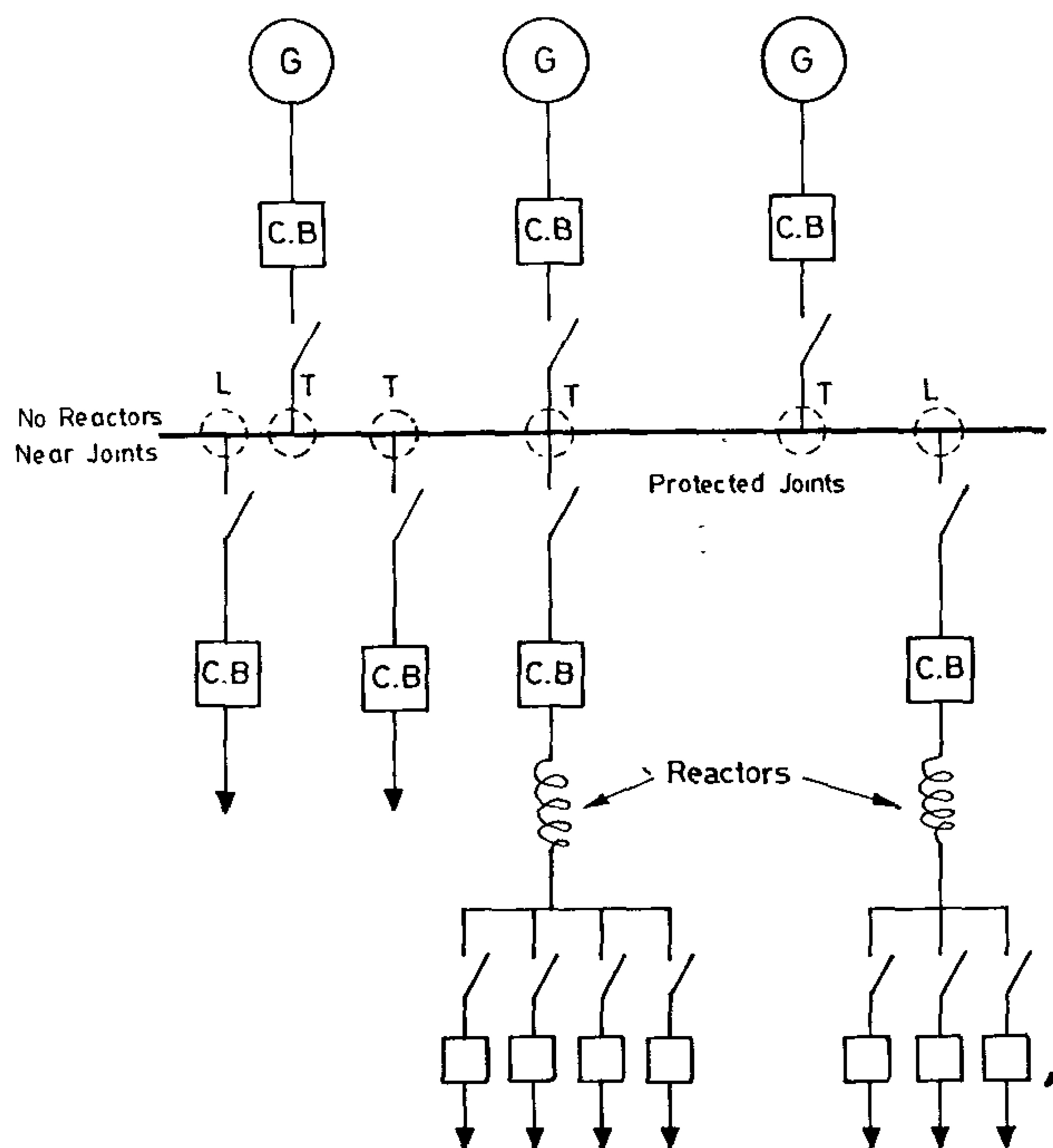
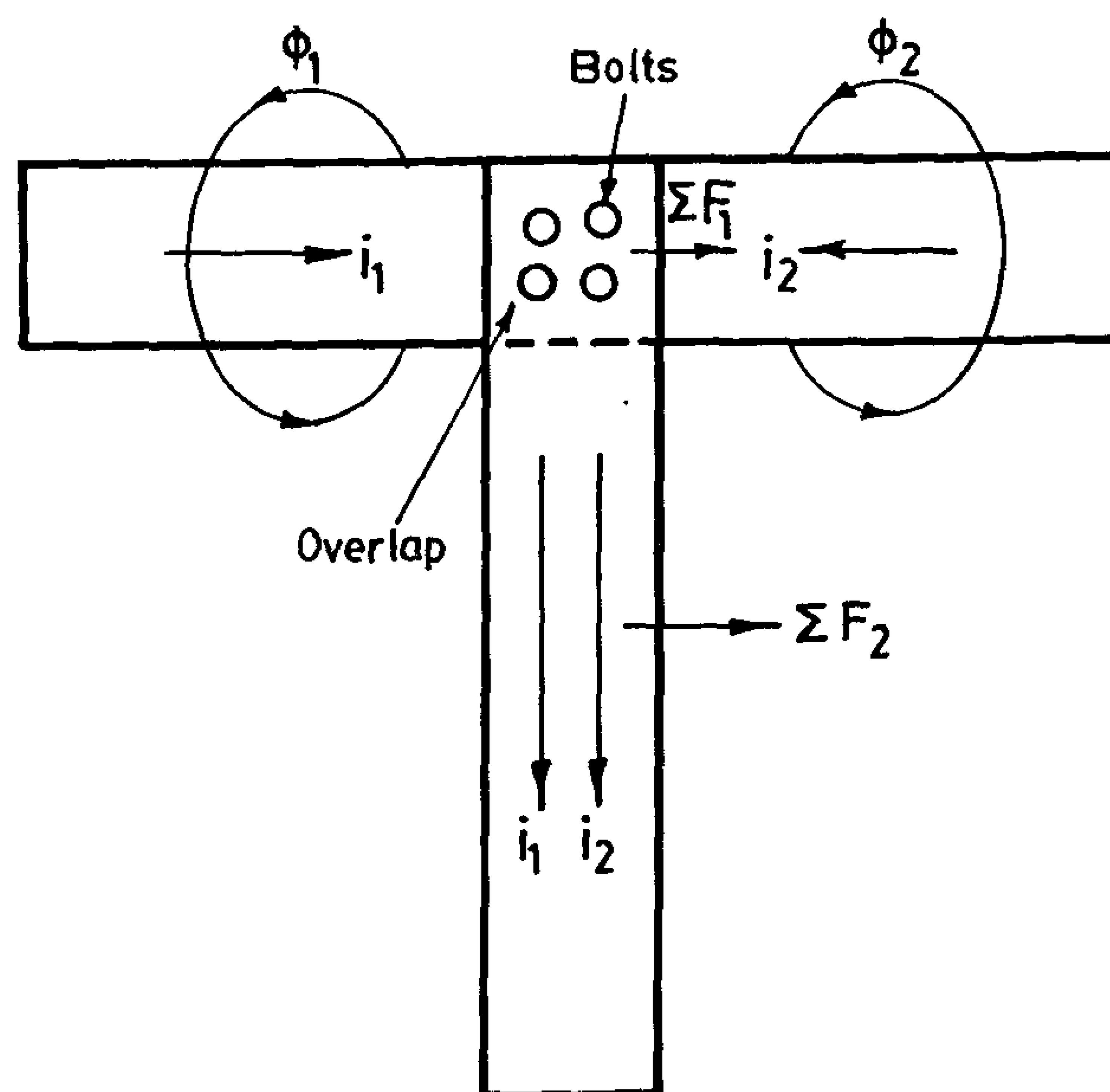
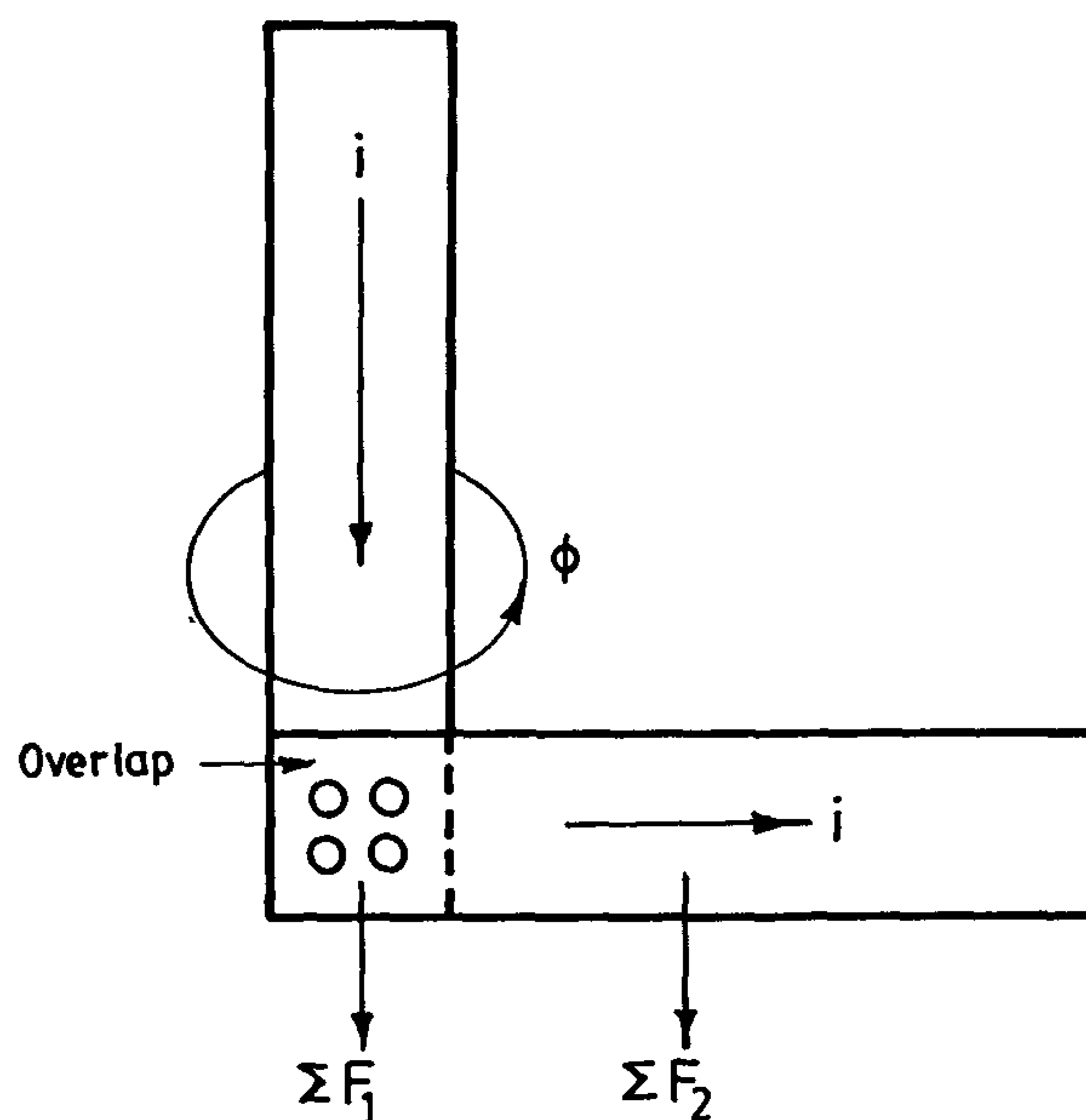


Fig. 3 -



(a) T joint



(b) L joint

Fig. 4 - T and L joints.

In case of (d.c.) systems, reactors are being of limited values during short circuits, due to the presence of only the (d.c.) transient component (1,2,3,); thus leading to the approximate dependence of the joints on themselves during the (s.c.) conditions of loading, or overloads.

GOOD DESIGN OF BUS BARS SYSTEMS AND JOINTS FOR ECONOMICAL AND SAFE PERFORMANCE OF THEM

By

Hussein Hafez Tawfik (MSc., PH.D.)*

1- ABSTRACT

The economical and safe performance of tie as well as ordinary bus bars and bus bar joints were reviewed. It was shown that using bundle conductors for such bus bars, and also the design of joints on sound scientific basis for (d.c.) as well as (a.c.) systems and for all modes of loading, helps best concerning the above mentioned factors.

2- INTRODUCTION

As you know, bus bars are used to join parts of the power systems, and to transmit or distribute energy to different sites of the electrical power network, and hence contribute greatly in the control of the transmitted and distributed currents or voltages, of the originally generated energy at the generating site, Fig. (1). For voltages ranging from small to high K. V. values, (d.c.) or (a.c.).

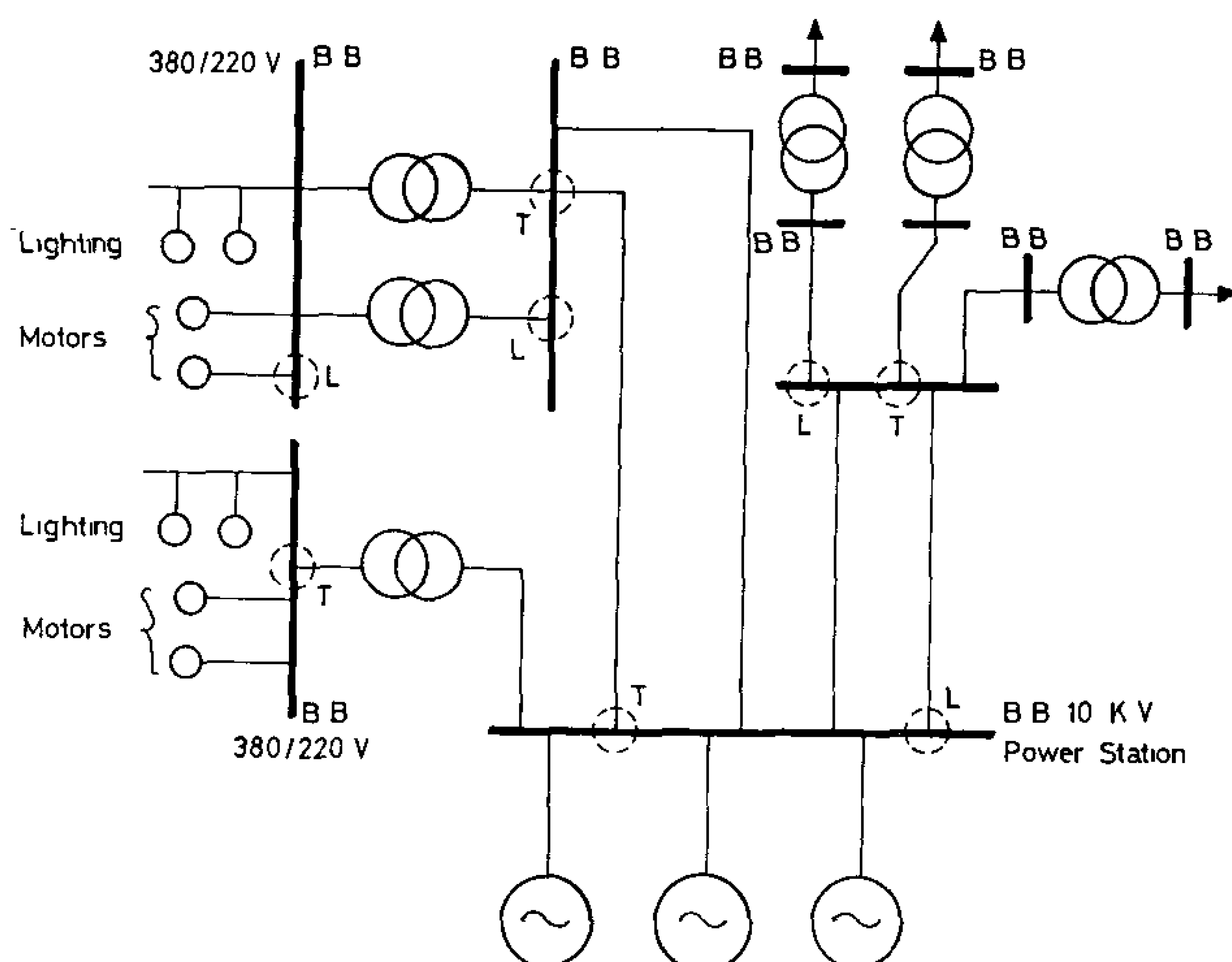


Fig. 1 -

Bus bars joints are usualy electromechanical connections, i. e. the joints in the power apparatus systems are an assembeld part consisting of two elements, in which the main element is the bus bar itself and the second element is a branch from it to the nearby apparatus feeding or fed by currents. Both parts being fastened together by methods of bolting, welding or riveting, at angles ranging from zero to (90°) Fig. (4), (A,B) shows such joints at (90°) angles being also called (T) and (L) joints respectively.

It is important to make the design of such apparatus, for (d.c.) and (a.c.) systems as well as for normal and abnormal conditions of loading on theoretical scientific basis for achieving the economical and safe performance goals for them.

3- BUS BARS

According to the following, bus bars may be sectionalized into equal parts per phase per original areas, bundles, tie or ordinary:

1- At low voltage, high current side (a.c.) because of skin effect phenomina, such as the case with tie bus bar Fig. (2) (A,B), where the skin depth is 1.25 cm for aluminium 50°C conductor temperature, 50 c/s., (7). Here we have by sectionalization material savings, for high current (A.C.) passing, which from an economical point of view is good precisely for rectangular sections bus bars or

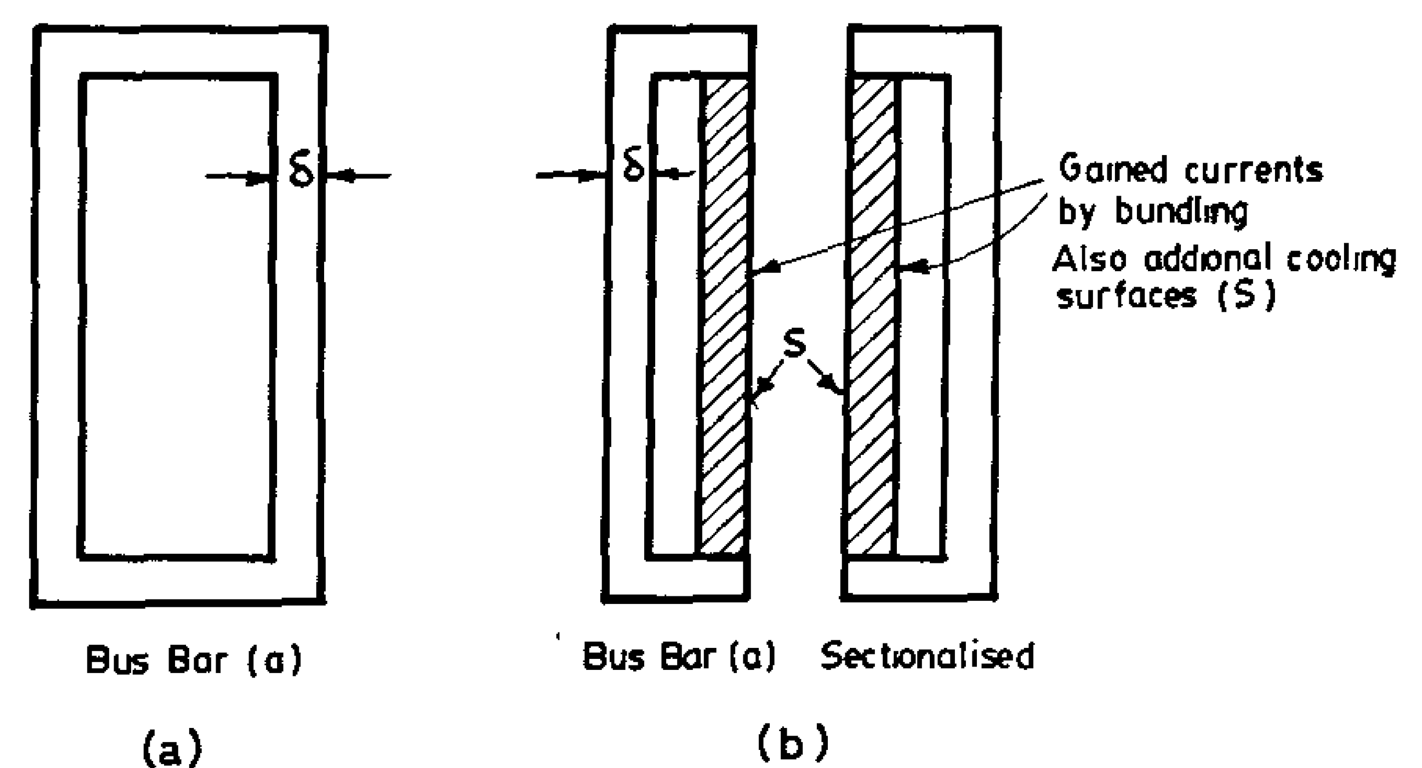


Fig. 2 -

* Lecturer in the Elec. Eng. Dpt., Fac. of Eng., Al Azhar Univ.

REFERENCES

1. *Zahwi, S., JL. of the Egyptian Society of Engineers, 25/1 (1986) 42-46.*
2. *Wagenberth, H. and Blank, W., Mitteillungen der Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 6/71, pp. 412-415.*
3. *Doebelin, E. O., Measurement Systems, Mc Graw Hill, 1966, p. 59-68.*
4. *Zahwi, S., JL. of the Egyptian Society of Engineers, 26/2 (1987) 34-48.*
5. *Zahwi, S., JL. of the Egyptian Society of Engineers, 25/4 (1986) 31-36.*

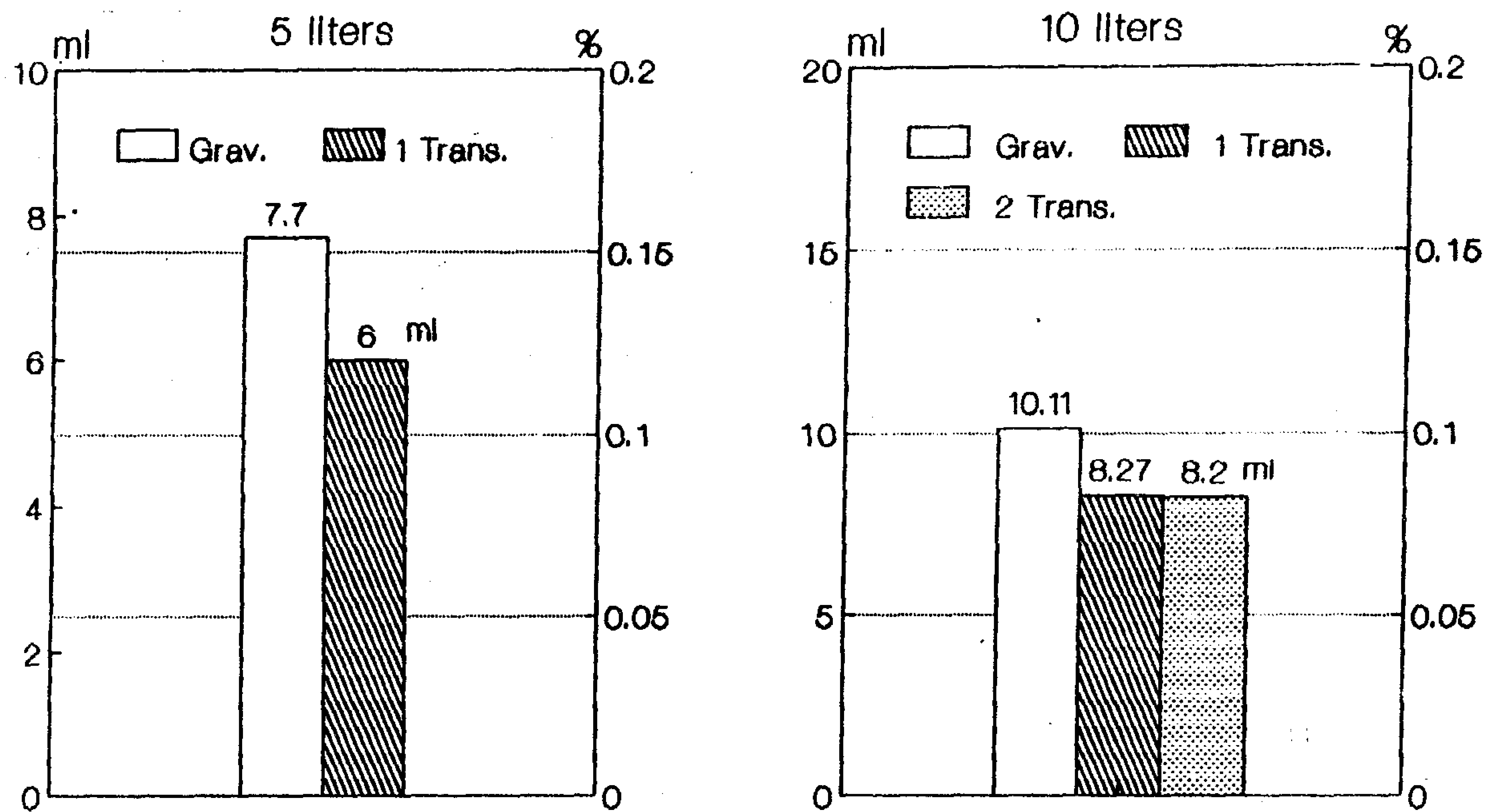


Fig. 4 - Comparison between random uncertainties (ΔR) (gavimetric, volumetric tranater using one or two transfers)

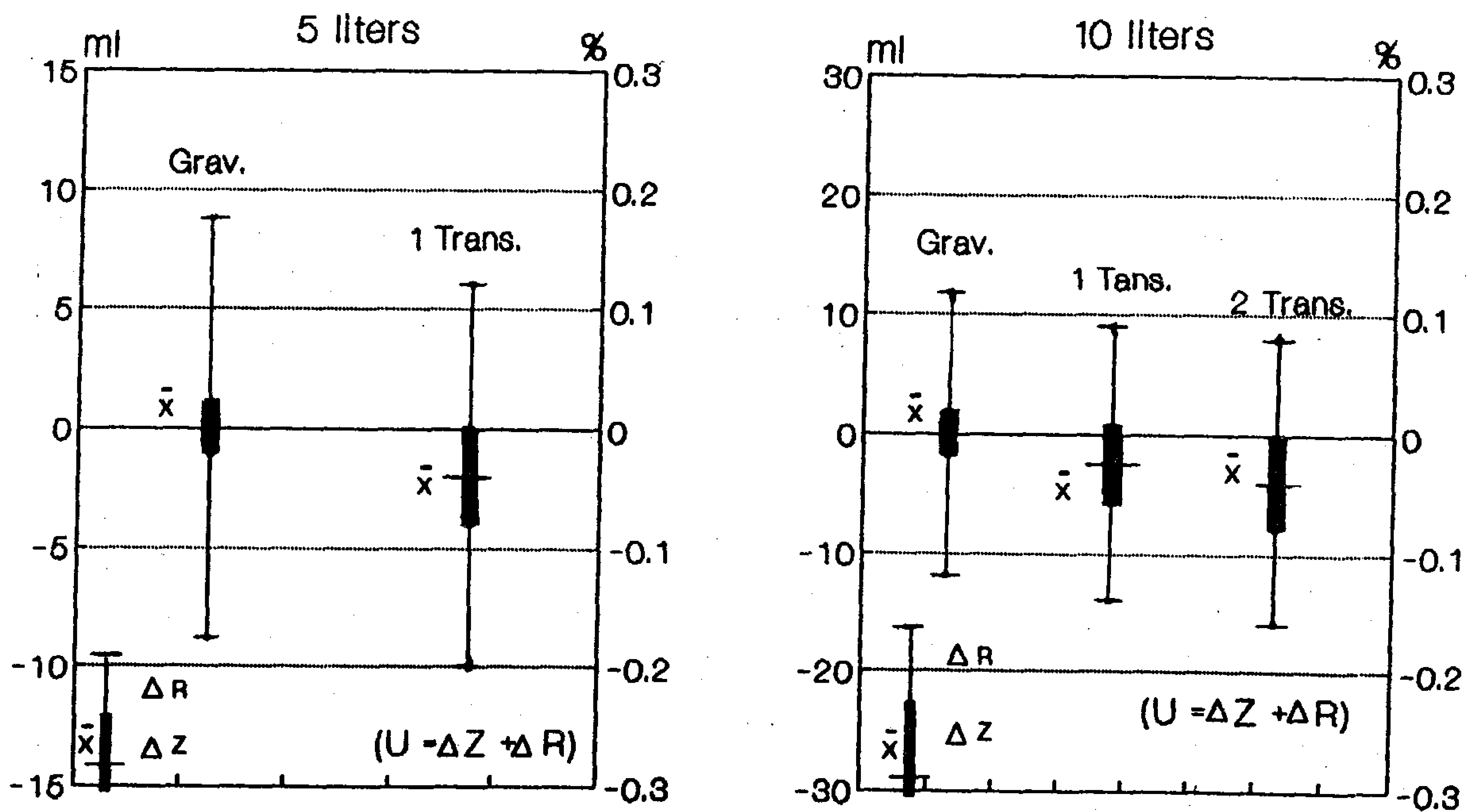


Fig. 5 - Total uncertainty (U) in volumetric calibrations

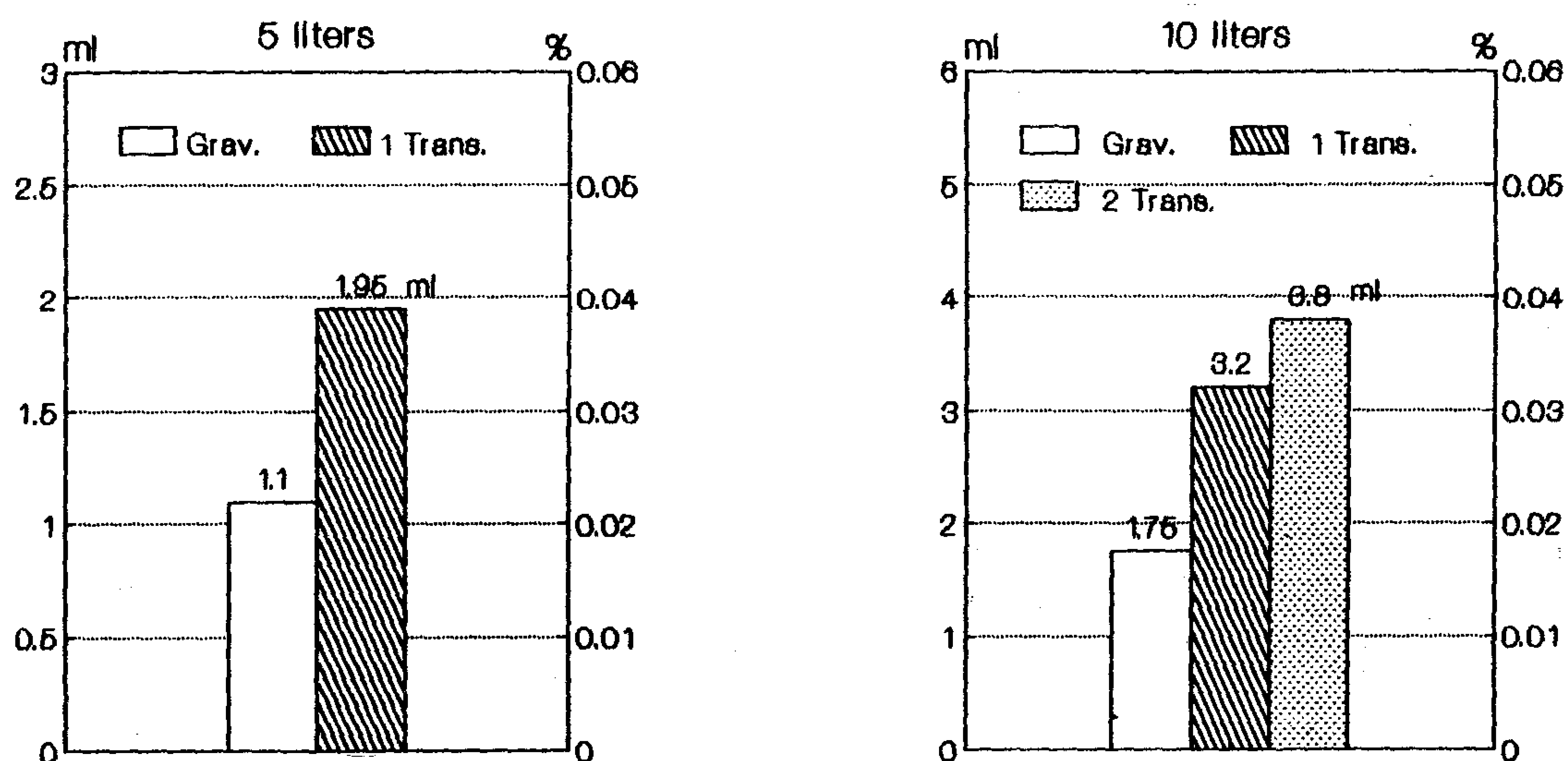


Fig 2 - Comparison between systematic uncertainties (ΔZ) (gravimetric, volumetric transfer using one or two transfers)
(gravimetric, volumetric transfer using one or two transfers)

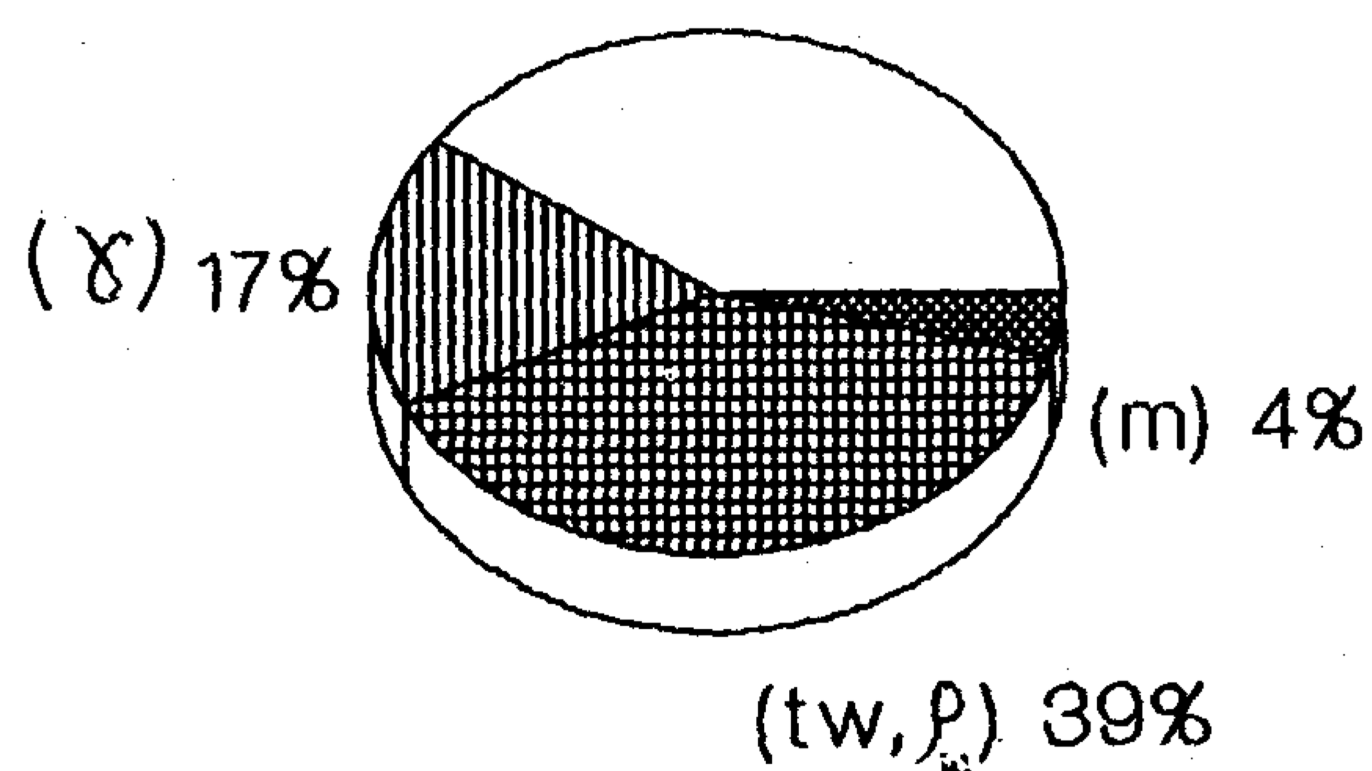
Uncertainties due to errors in determining :

- (A) balance readings
- (γ) expansion of measure
- (tw, ρ_w) water temp. & density
- (m) others: air density, ... etc.

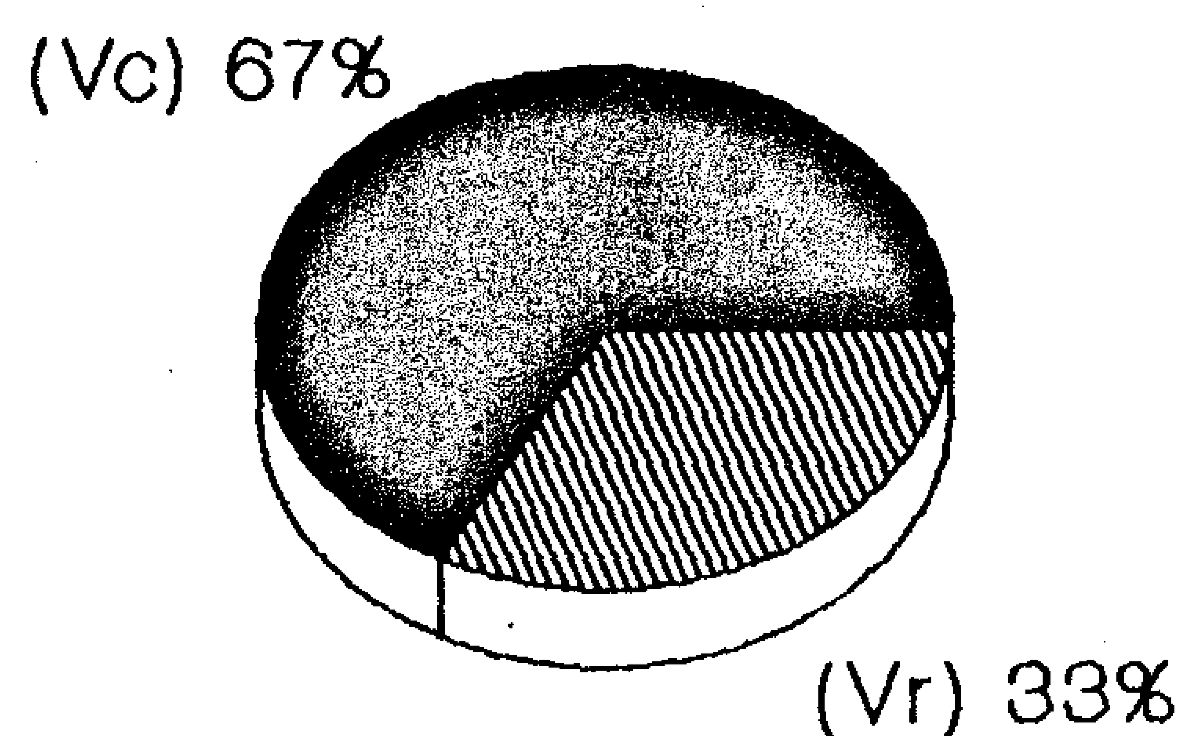
$(\Delta Vc)^2 = (1.4)^2$ ml^2 (A) 40%

- (Vc) containment volume
- (Vr) volume of residual water

$(\Delta Vc)^2 = (1.75)^2$ ml^2



10.1 containment volume (Vc)



10.1 delivery volume (Vd)

Fig. 3 - Budget of percentage influence of individual errors on systematic uncertainty (gravimetric procedure) [5].

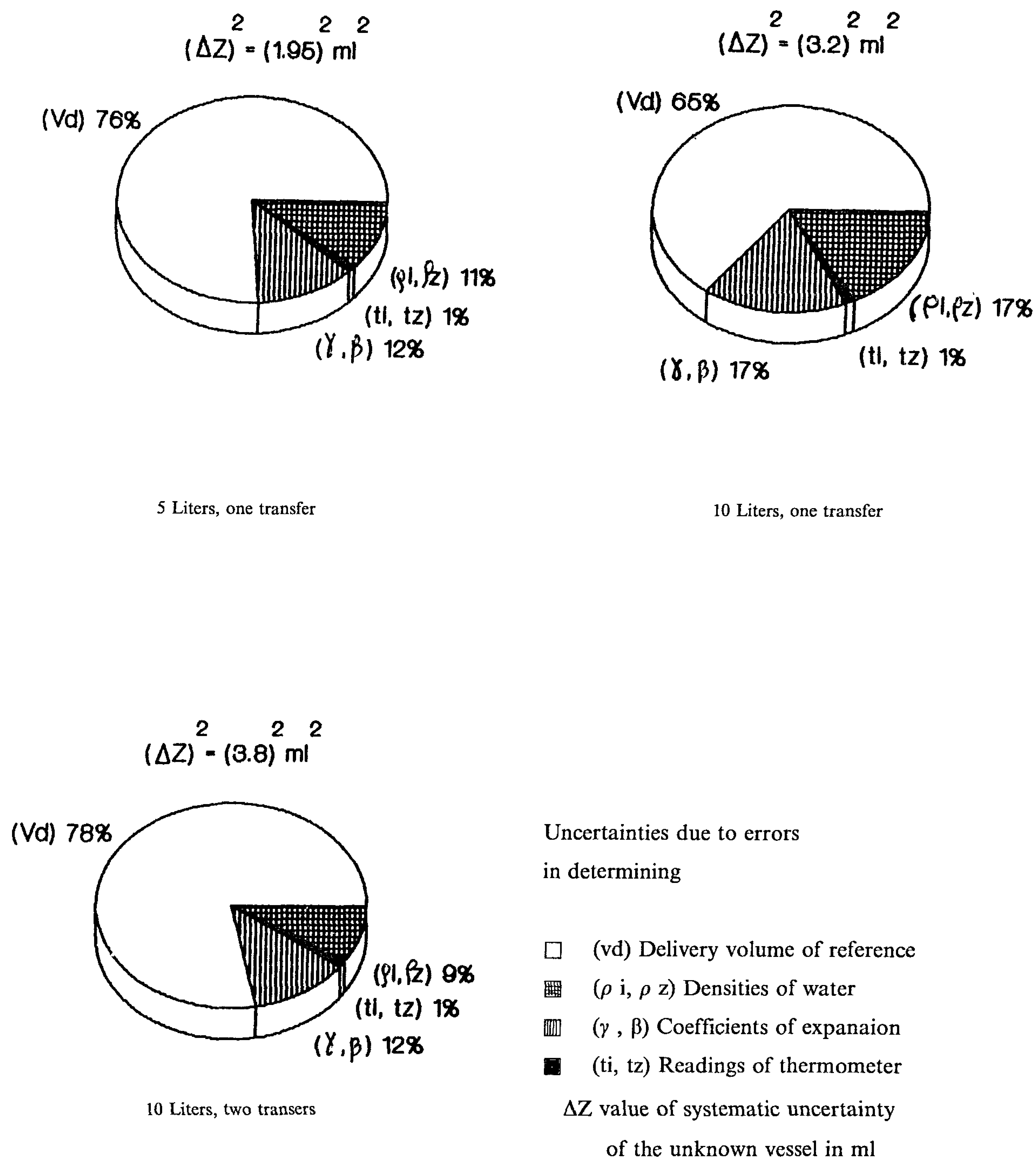


Fig. 1 - Budget of percentage influence of individual errors on systematic uncertainty (volumetric procedure)

calibrate two unknown measures of graduated neck, field standard type, of 5 and 10 liters using two reference measures of slicker plate type, having 5 and 10 liters [4]. One volume transfer was used to calibrate the 5 liters. The 10 liters was calibrated once using one transfer from the 10 liters reference measure and then by two transfers from the 5 liters reference measure.

3.1 Systematic uncertainties

The total systematic uncertainty is computed according to equation (2), when the calibrations are made 3 °C above the reference temperature. The individual uncertainties are : in the 5,10 liters reference measures ± 1.7 ml (0.034%), 2.6 ml (0.026%) respectively [4] [5], in the readings of the thermometers ± 0.2 °C in determining water temperature ± 0.5 °C, in temperature of material of measures ± 0.5 °C, and in the cubical coefficient of expansion of the refernce and unknown measures are ± 2 E-5/°C and ± 4 E-5/°C respectively. Figure (1) gives an account of the budget of these errors, or the influence and contribution of the individual uncertainties of the equation variables; on the total systematic uncertainty ΔZ of the unknown measure. Figure (2) gives the value of these systematic uncertainties. Fig. (3) gives the systematic uncertainty of the gravimetric procedure, for comparison, as computed according to [5].

3.2 Random uncertainties

Repeated experimental determination of the volume of 5 and 10 liters measures, mentioned before, using the two procedures of calibration; the gravimetric and volumetric transfer procedure were made. The standard deviations σ s of the results were computed. 2σ was taken to represent the random uncertainty ΔR of the values of these measures. Fig. (4) gives a comparison of these results and Fig. (5) shows the averages and total uncertainties.

4. CONCLUSION

1. Based on the data given, the largest source of uncertainty is found to be due to the uncertainty in the value of the reference measure. The second source of errors is found to be in the uncertainty in determining the cubical thermal coefficient of expansion of both the reference measure and the unknown vessel, specially when calibrations are carried out at a temperature other than the reference temperature. The third source of errors is in the uncertainty in determining the water density due to unceratinties in determining the water temperature.
2. Recommendations to reduce these uncertainties are: (1) to use a reference measure with the highest accuracy that can be achieved, (2) to calibrate at a temperature as near as possible to the reference temperature, (3) to allow the water in the volumetric measure to reach an isothermal condition and to repeatedly determine the water temperature to ensure that the value measured represents the true temperature throughout the whole mass of water.
3. Based on the data given, the differences between the random uncertainty of gravimetric procedure of calibration and the volumetric transfer procedure are insignificant. The two methods may be regarded as equally precise.

ERROR ANALYSIS IN VOLUMETRIC CALIBRATION

By
S. Z. Zahwi*

ABSTRACT :

A volumetric transfer procedure could be used to calibrate volumetric measures. The procedure is essentially a counting procedure in which the unknown volume is determined from the knowledge of the number of transfers, from a known reference volumetric measure, required to fill the unknown. The equations required to compute the systematic uncertainty are derived and the systematic unceratinty is computed. A comparison between both the random and systematic uncertainties associated with the gravimetric and the volumetric transfer procedures is given.

Keywords : Volume, measures, uncertainty, calibration, errors, measurements, flow, metrology.

1. INTRODUCTION

Two procedures could be used to calibrate volumetric measures, a gravimetric procedure and a volumetric transfer procedure. The gravimetric procedure establishes the mass of water either contained in or delivered from a volumetric measure and hence the associated volume [1]. The volumetric transfer procedure employs a reference measure of a known volume from which distilled water is transferred to the vessel of unknown volume and thereby the containment or delivery volume can be derived. The choice between these two procedures is mainly based upon apparatus and equipment available in each laboratory. However, one can discuss whether both procedures of calibration are equally precise or not.

2. VOLUMETRIC TRANSFER PROCEDURE AND FORMULAE

2.1 Procedure

A reference volumetric measure of a known delivery volume V_d; at a specific reference temperture t_r; is placed on an elevated platform, then the unknown measure, Z, is placed below it. The reference measure is filled with distilled water from storage tank, then drained in such a manner so as not to lose any water being transferred into the unknown. When a smaller reference measure is used to calibrate a larger one, the filling steps are repeated (n) times. Each time the water temperatures (t_i s) are recorded before discharging water into the unknown vessel and the densities of water (ρ_i s) are computed [2]. After filling the unknown measure, its meniscus scale reading, its water temperature t_z are measured and recorded, the water density ρ_z is computed and then its unknown volume is found.

2.2 Formulae

If the known reference measure is used (n) times to fill the unknown then the volume Z of the unknown is :

$$Z = \{V_d \, \Sigma \, \rho_i \, [1+\alpha \, (t_i - t_r)]\}/\{\rho_z \, [1+\beta \, (t_z - t_r)]\} \quad (1)$$

where V and Z are the volumes of the reference and the unknown measures respectively, (α, β) are the cubical coefficients of thermal expansion, (ρ_i s, ρ_z) are densities of water, (t_i s, t_z) are water temperatures, of the reference and unknown measures respectively, t_r is the reference temperature (15.56 °C). The total uncertainty ΔZ in the value of the unknown volume is computed according to formula of errors [3].

$$\{\Delta Z\}^2 = \{ (\Delta V_d \frac{\partial Z}{\partial V_d})^2 + \Sigma (\Delta\rho_1 \frac{\partial Z}{\partial \rho_1})^2 + (\Delta\alpha \frac{\partial Z}{\partial \alpha})^2 + \ldots\ldots + (\Delta t_z \frac{\partial Z}{\partial t_z})^2 \} \quad (2)$$

where ($\pm\Delta V_d, \pm\Delta\rho_1$ s, $\pm\Delta\rho_z$, $\pm\Delta\alpha$, $+\Delta\beta$, $\pm\Delta t_1$ s, $\pm\Delta t_z$) are the uncertainties in the variables of equation (1) as measured by instrument outputs based on 2σ limits.

3. RESULTS

The volumetric transfer procedure was used to

* NIS - National Institute for Standards, Guiza, Egypt.

6. REFERENCES

1. *Renne, D. S. and Holth, B. D., "Wind Characteristics for Wind Energy in Egypt". Report Prepared for U.S.A. I. D. and EEA, Contract No. NEB-0123-C-00-4024-00, Nov. 1985.*

2. *"Technical and Management Suspport of Development of Small Wind Annual Report", Prepared by DOE Rocky Flats Wind Systems Program. Contract No. DE-AC 04-76 DP 03533, 1979.*

3. *Justus, C. G. and Mikhail, A., "Generic Power Performance Estimates for Wind Turbines", American Section of the Int. Solar Energy Soc., Solar Diversification, Vol. 2. 2, 1978.*

4. *El-Mallah, A., Soltan, A., "A Nomogram for Estimating Capacity Factors of Wind Turbines Using Site and Machine Characteristics", Solar and Wind Technology, Vol. 6, No. 5, pp. 633-635, 1989.*

5. *El-Mallah, A., Shalaby, M. A. and Badr, M. A., "A Model to Estimate Wind Power at Selected Sites in Egypt". the Sixth Int. Conf. of Mech. Power Eng. ICMPE-6, Cairo, 1986.*

6. *El-Mallah, A. and Soltan, A. M., "Water Yield from Wind Driven Pumps for Desert Development in Egypt". 2nd. International Conference Desert Development, Cairo, Jan. 1987.*

7. *El-Mallah, A. A., Mobarak, M. A. and Ibrahim A. A., "Matching of Multi-bladed Wind Mill to Water Pumps", Proc. of the 4th Inter. Confer. of Fluid Mech., Alexandria, Vol. 3, pp. 1-14, Apr., 1992.*

4. SELECTING THE OPTIMUM DIMENSIONS OF SYSTEM COMPONENTS

The selection of the appropriate size of the wind turbine pumping systems is based on the concept of maximum energy output, where the pumping load is varied in steps for the same machine and the optimum value is detected, Figure 3, for different wind regimes, (7). The pumping load, which is a measure of the torque exerted upon by the rotor, is given by :

$$P_L = k_1 D_p^3 H \quad (3)$$

where P_L is appropriate pumping load, k_1 is constant= S/D_p, D_p is the piston diameter of the pump and S is the stroke length.

Then charts are constructed in order ot select the optimum dimensions of the system components. The relation between the optimum pumping load and the rotor diameter can be drawn for different sites; i.e different $\bar{V}$ & k values, as in Figures 4, 5 & 6. To define the suitable pump cylinder diameter, Figure 7 is used. The stroke to diameter ratio is considered 1.2.

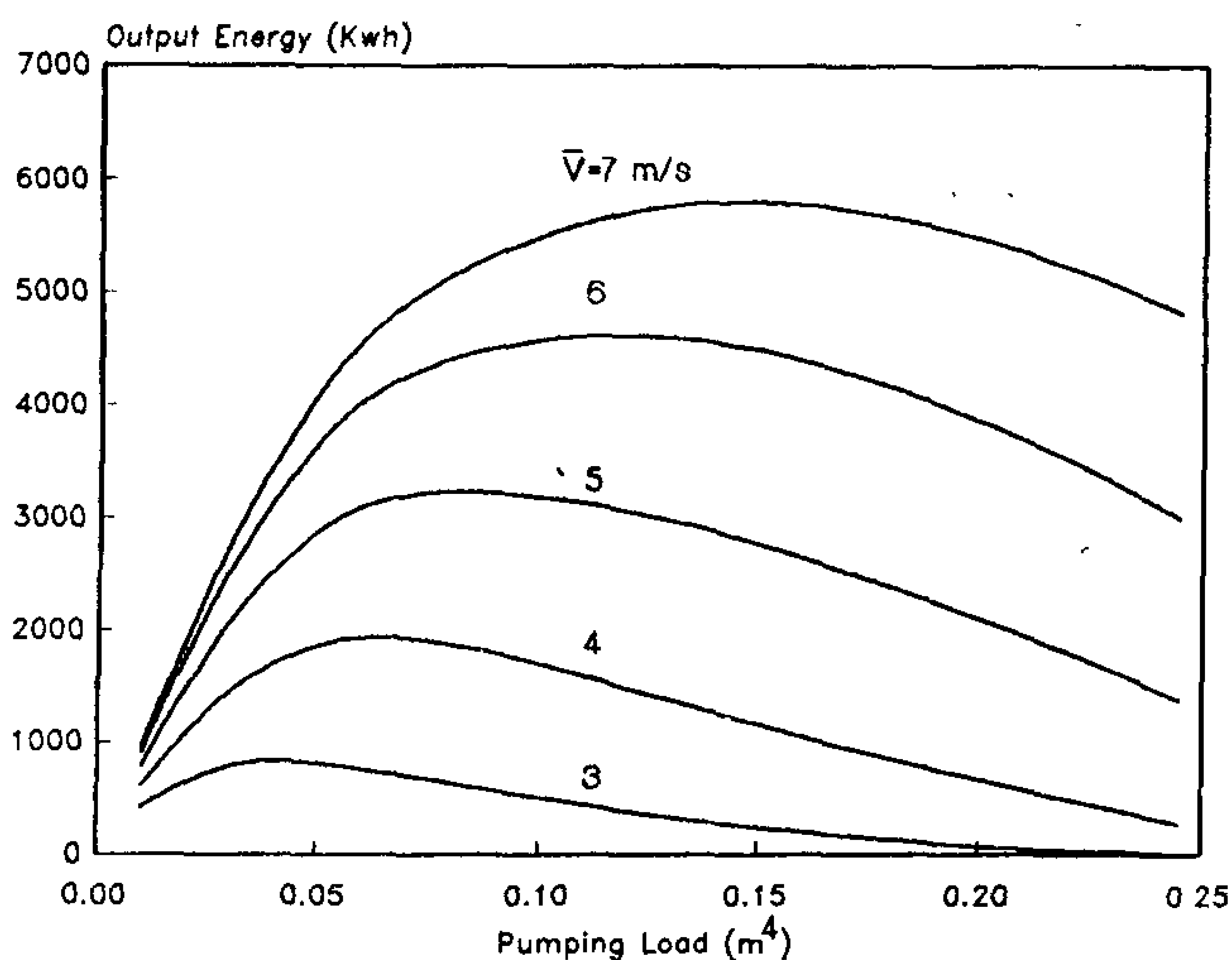


Fig. 3 - Output energy for 4. 5. m. diameter &k=2.

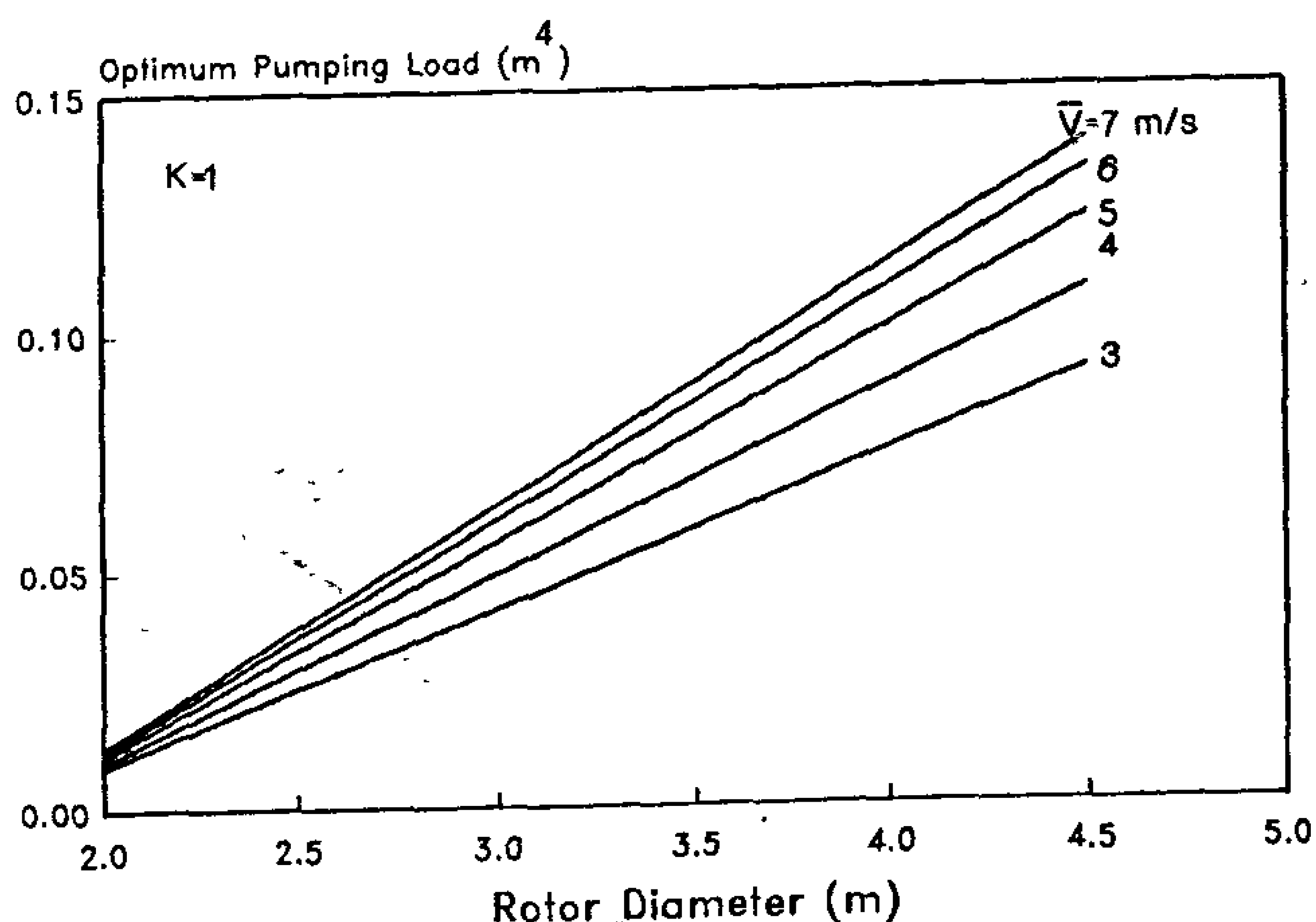


Fig. 4 - Pumping load versus rotor diameter & k=1.

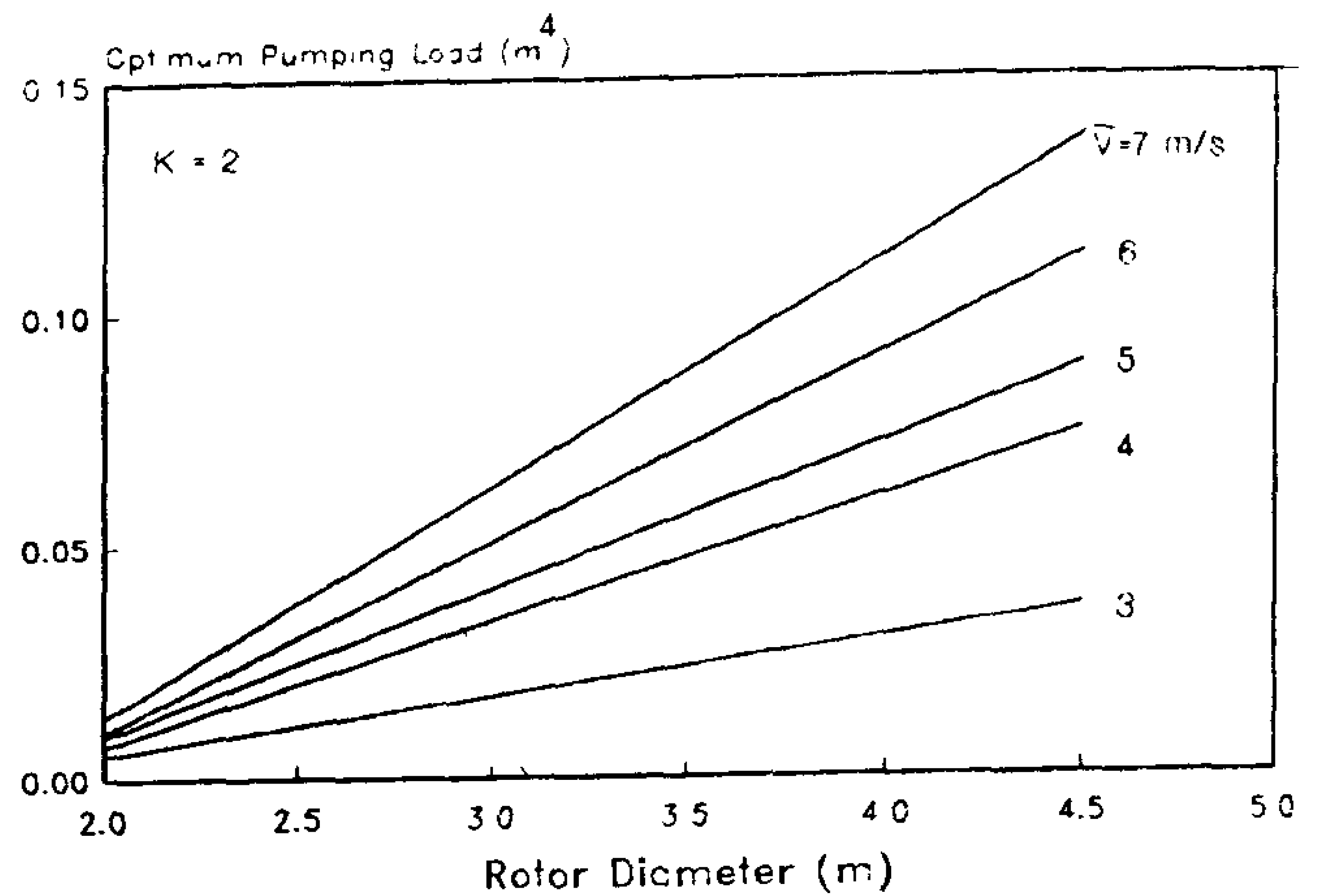


Fig. 5 - Pumping load versus rotor diameter & k=2.

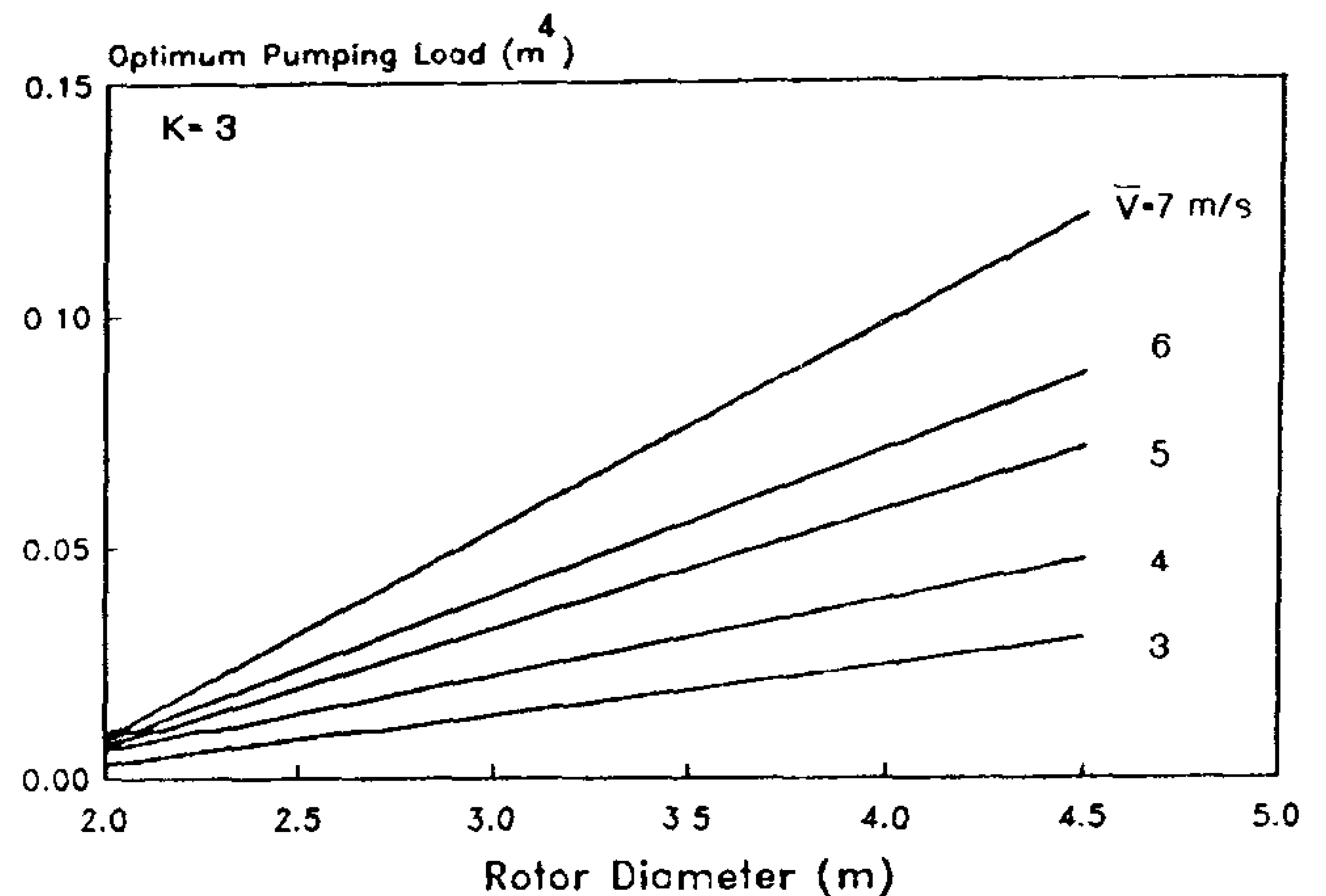


Fig. 6 - Pumping load versus rotor dimaeter & k=3.

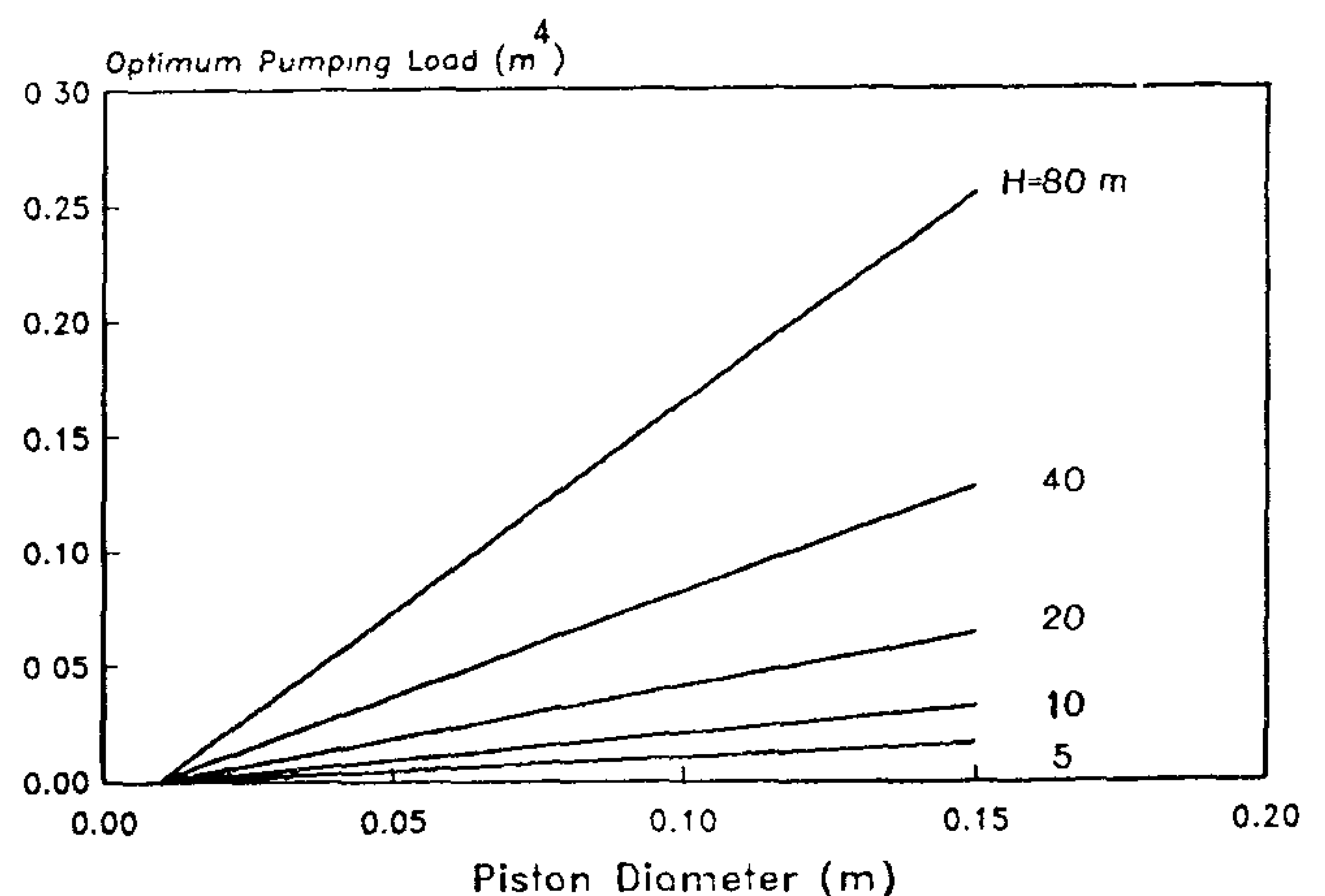


Fig. 7 - Pumping load versus piston diameter.

5. CONCLUSION

A simplified tool, but satisfactory accurate was established for estimating the capacity factor taking into account site and machine characteristics. This approach leads to estimate the turbine rated power, rotor diameter, as well as the pump swept volume, and hence the piston diameter to avoid mismatch between the system componets.

wind speed $\bar{V}$ at the site by the equation :

$$\bar{V} = C\Gamma(1+1/k) \quad (2)$$

where Γ is the normal Gamma function, (3)

The validity of this model was discussed in (6) and found to be more realistic. This expression, Eq. 1, gives an estimation on how much percentage of energy can a wind turbine collect in a certain time period with respect to its rated power. The higher this percentage is, the more appropriate is the choice of the system at the chosen site. If the capacity factor is low, this means that, either the site has low averge wind speed, or the wind turbine is rated at higher wind speed. Figure 1 shows a nomogram representing Eq. 1 to define the capacity factor, (4), as follows :

1- Start from 3rd quarter with $\bar{V}$ and k, draw a horizontal line to cut the set of curves in the 4th quarter at V_i, V_r, and V_o.

2- The respective vertical lines from 4th to 1st quarter will define the values of Δ_1, Δ_2 and probably Δ_1.

3- Plot the ordinate values Δ_1 and Δ_2 on the respective scales of the 2nd quarter. The line joining them will define C_f.

4- Δ_1 can be safely neglected for $V_o \geqslant 15$ m/s.

3. SELECTING THE APPROPRIATE RATED POWER

The selection of the appropriate rated power of the wind turbine for certain water requirement, Q, is a result of interaction of the overall pumping head, H, the overall pumping efficiency, np, and the capacity factor. The rated power can be selected using Figure 2 following these steps :

1- Connect a line between required water demand, Q, and pumping head, H, cutting the vertical line at point 'a'.

2- Draw a horizontal line from point 'a' cutting the ray from 'ō' representing the system efficiency in point 'b'.

3- Draw another horizontal line representing the calculated capacity factor to cut the vertical line from 'b' into point 'c'.

4- Connect 'c' with origin 'o' to cut the scale of P_r in the required rated power of the wind turbine.

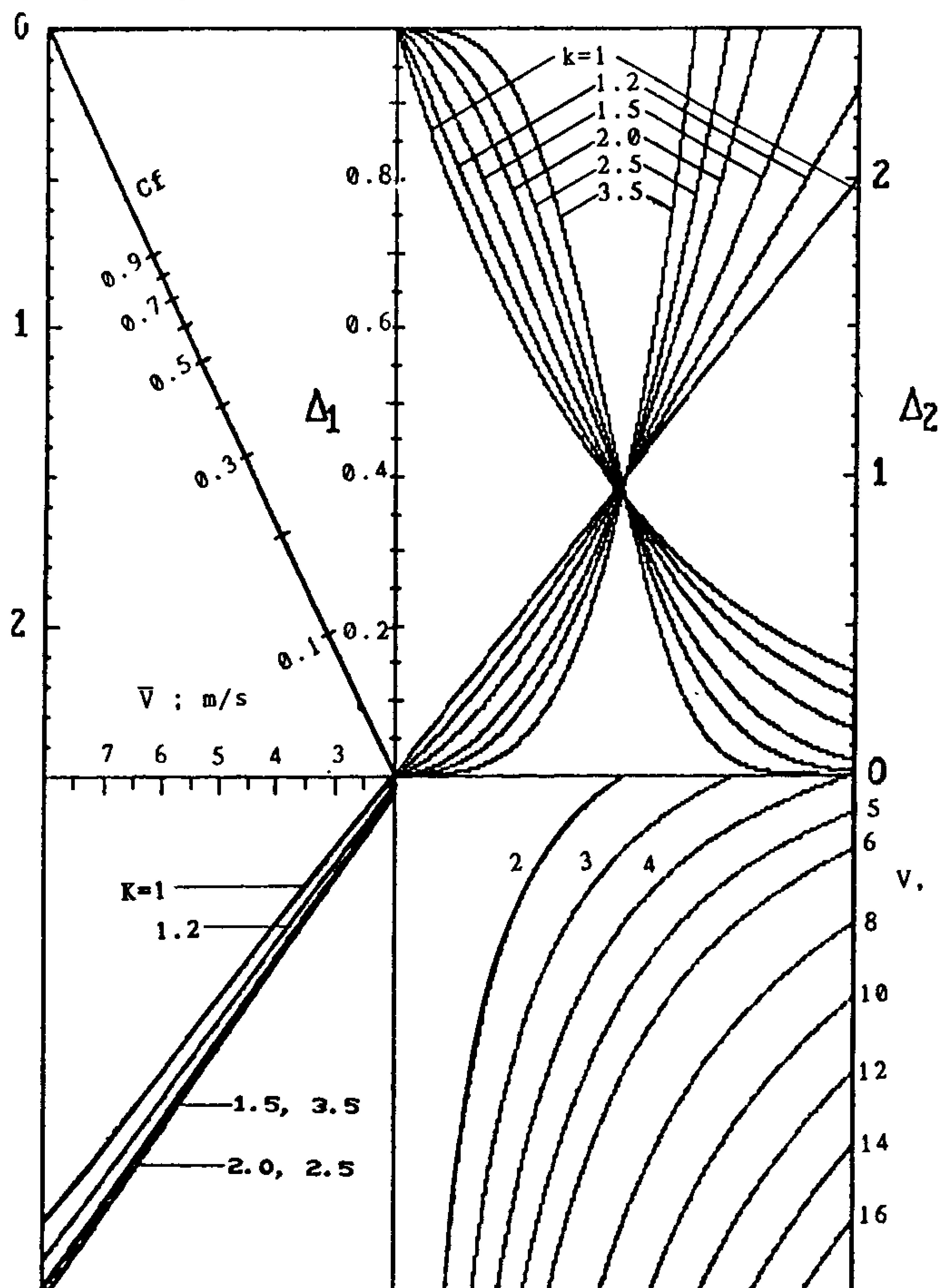


Fig. 1 - Nomogram for estimating the capacity factor

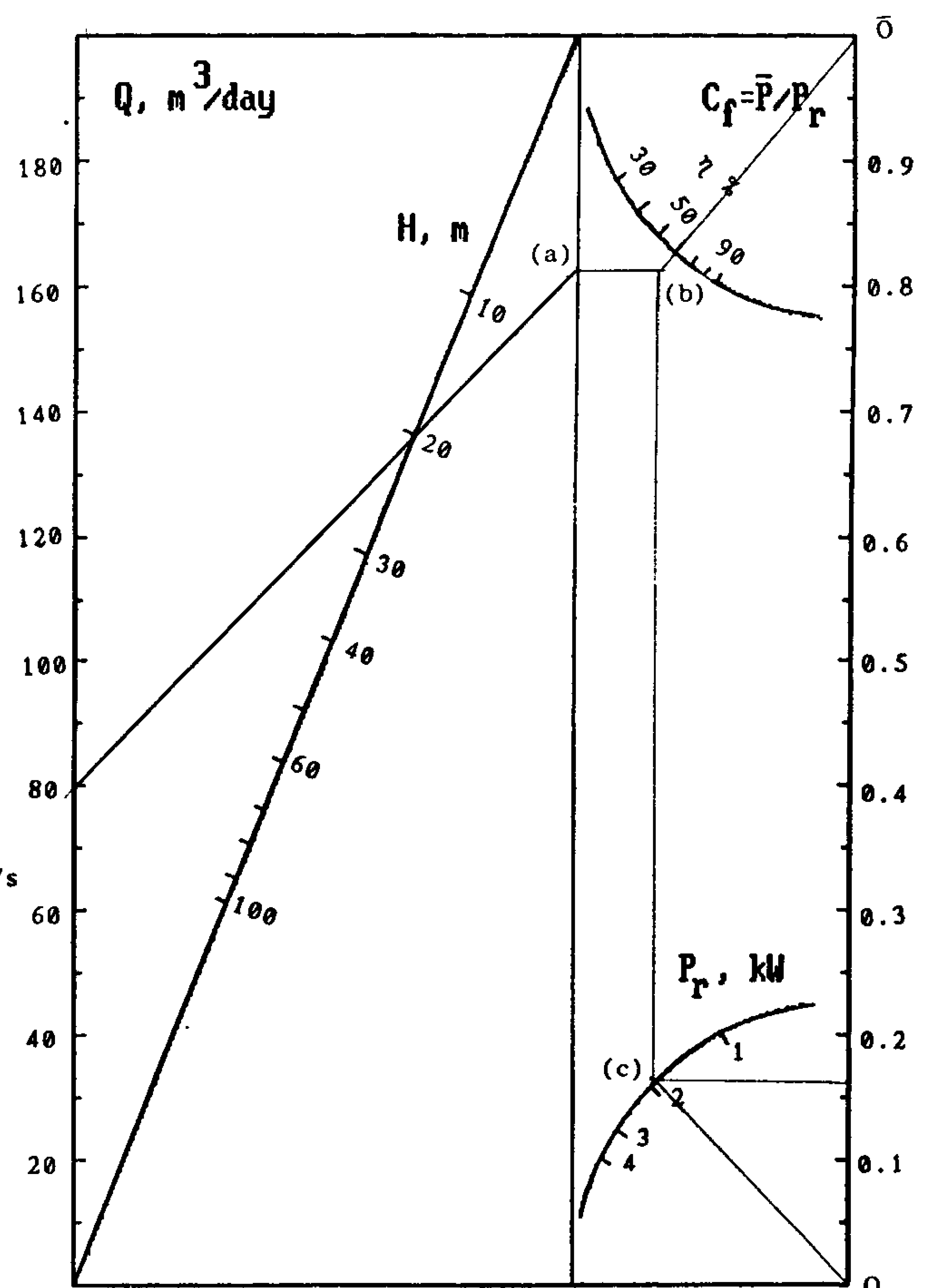


Fig. 2 - Nomogram for estimating the rated power

OPTIMUM SELECTION OF WIND ENERGY PUMPING SYSTEMS

By
A. A. El-Mallah* and K. A. Abed*

ABSTRACT

Machanical wind pumping systems are well developed and used in different countries. Negative results are almost due to mismatch between the different system elements. The present work describes a procedure for the best choice of any system with its components, taking into consideration, the site wind speed distribution, the pumping load requirements, and the wind turbine cut-in, rated and cut-off wind speeds. The choice of the best configuration is carried out using appropriate nomograms and illustrations.

1. INTRODUCTION

The major applications of wind energy were rural and agricultural in nature. The successful applications of the small multi-bladed farm type American windmills encourage the development of small units that can be used at relatively low and moderate wind speeds to pump water from shallow rivers and bore holes. The problem of availability and demand could be reasonably solved because water can be cheaply stored. The pumping system can be easily fitted with simple control devices at low and high wind speeds.

The results of using direct mechanical wind pumping systems in some countries are negative. The reasons may be attributed to the inadequacy of training of the users, inappropiateness of the selected site, and mismatch between system components. The present work describes a procedure for best choice of wind energy pumping systems taking into account the site wind speed distribution, the pumping load as a function of the pumping head and the stroke volume of the pump, and the optimum dimensions of the wind turbine. This procedure consists of three steps. The first is to estimate the capacity factors of wind turbines using site and machine characteristics. The second step is to select the appropriate wind turbin rated power, and then the optimum dimensions of the components of the system are selected.

2. ESTIMATING THE CAPACITY FACTORS OF WIND TURBINES

The capacity factor, Cf, is one the performance parameters of wind turbines which combines the interest of both user and manufacturer. It is defined as the ratio between the average output power, $\bar{p}$, of the turbine and its rated power, P_r. It is usually referenced to a time period, e. g., a month, a season, or a year. It is aimed to establish a simplified, but satisfactory accurate tool for estimating the capacity factor easily making use of both site and machine characteristics. The site specifications are described by the average wind speed, $\bar{V}$, and shape factor of Weibull wind speed distribution, k, whereas the machine will be characterized by its cut-in, rated and cut-off wind speeds, V_i, V_r, and Vo, respectively.

There are three known methods for predicting the capacity factor of wind turbines. The first method depends upon the approximation of the wind speed data to the known single parameter Rayleigh distribution (1,2). This method leads to a set of curves relating the capacity factor to the ratio V/V_r. The ratio V_o/V_r is considered as a parameter. The calculated factor is overestimated because the cut-in speed is not taken into consideration. The second method was described by (3), in which the capacity factor is also overestimated, (4). The third method is proposed by (5) to avoid the approximations of the first method and the complications of the second method. In this method the power output is given in an exponential relationship with the wind speed and the wind speed distribution is fitted to the two parameters Weibull distribution. This leads to the following formula :

$$C_f = \frac{\bar{P}}{P_r} = [\{Exp\,(-(V_1/C)^k - Exp\,(-(V_r/C)^k)\}/\{(V_r/C)^k - (V_1/C)^k\}]$$
$$-Exp\,[-(V_o/C)^k]$$
$$= (\Delta_1 / \Delta_2) - \Delta_1 \qquad (1)$$

where k and C are Weibull shape and scale factors of wind speed distribution. These are related to average

* National Researeh Center, Department of Mechanical Eng., Dokki, Cairo, Egypt.

REFERENCES :

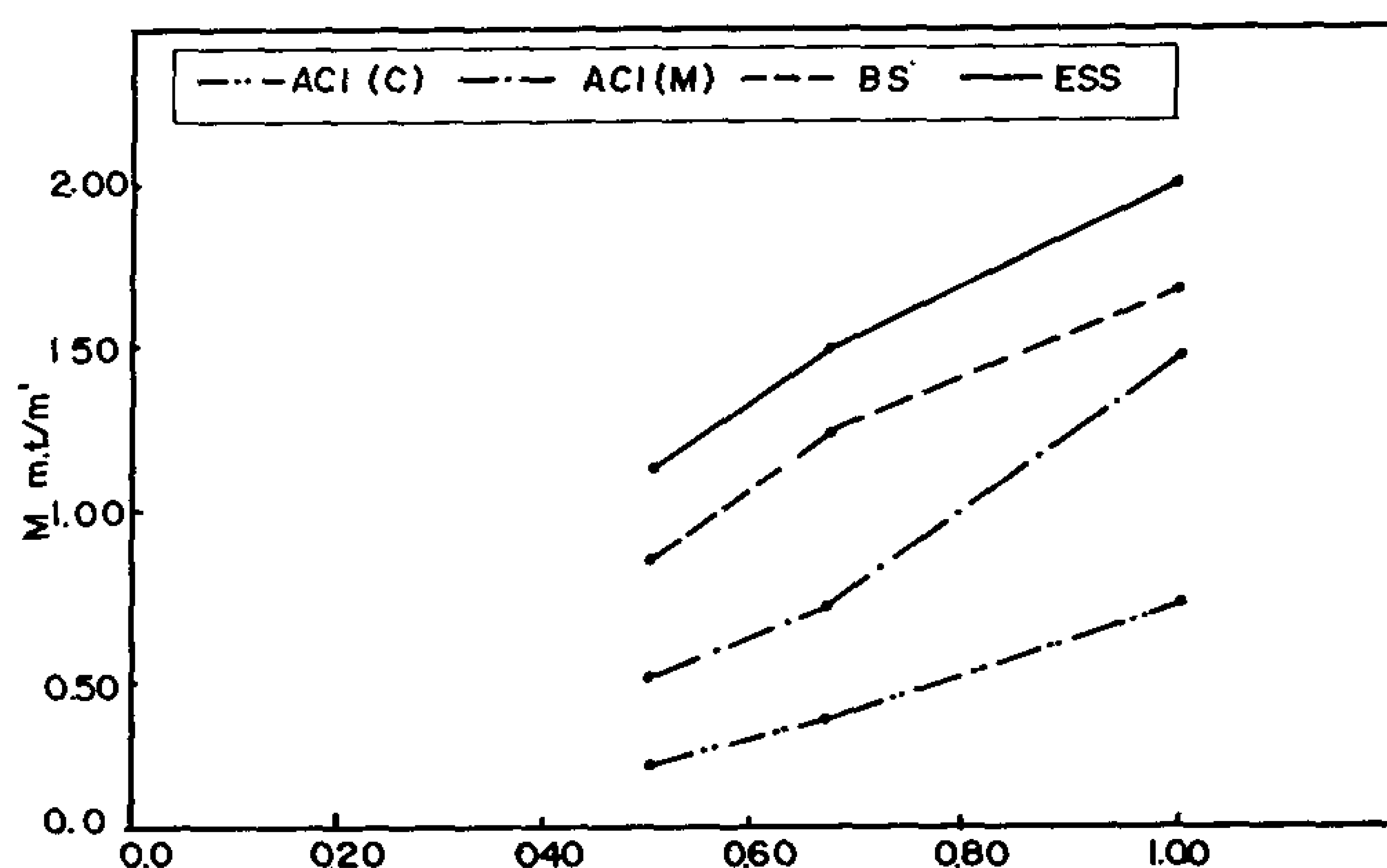
1. *ACI 318-89, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete", American Concrete Institute, Detroit, 1989.*

2. *BS 8110-1985 Part 1, "British Standard Institution" London, 1985.*

3. *ESS 1989, "Egyptian Standard Specifications for Reinforced Concrete Structures", Cairo, 1989.*

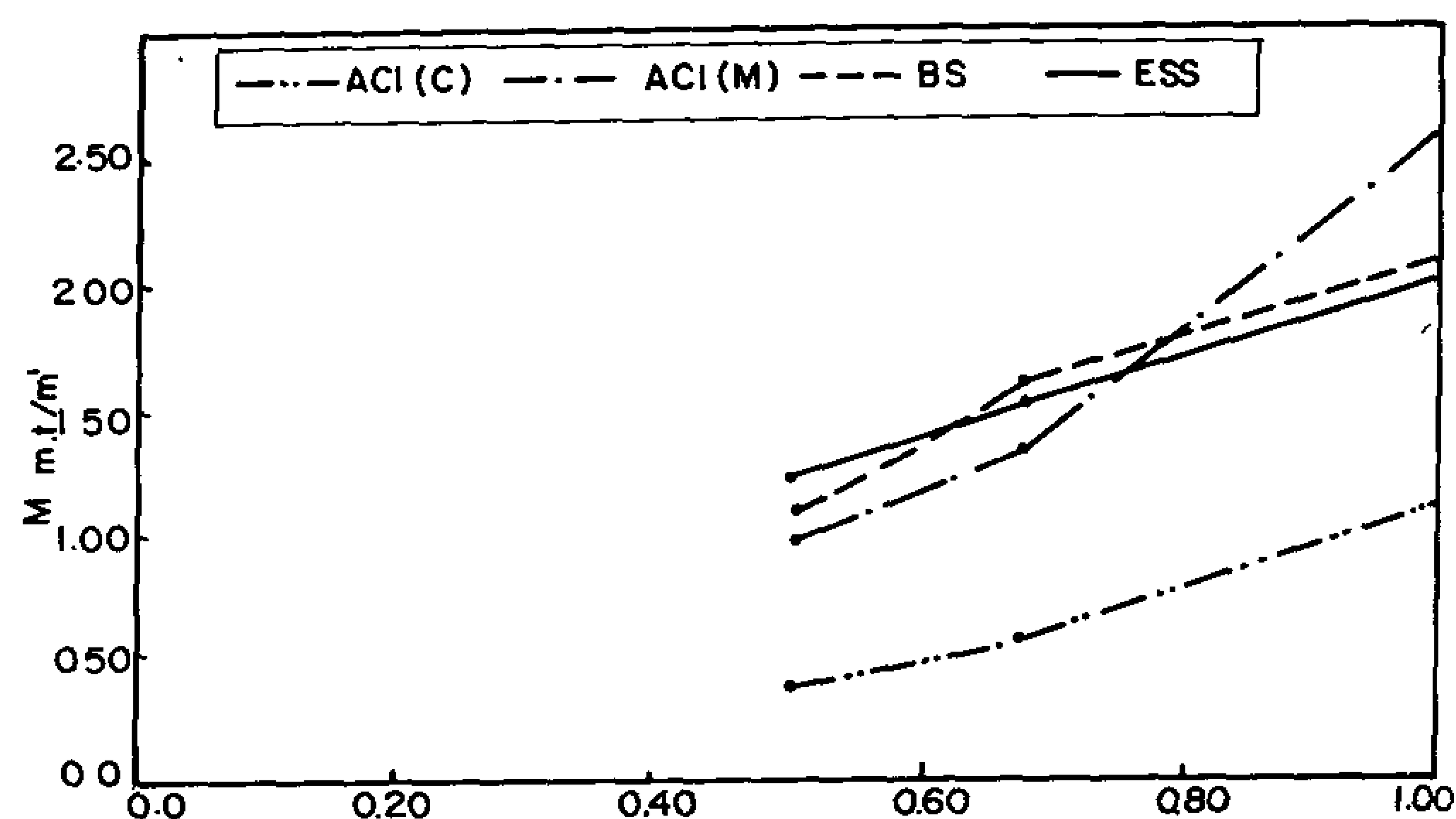
4. *S. El-Behairy, "Reinforced Concrete Design Handbook", Third Edition, Cairo, 1985.*

5. *CHU-KIA Wang-Charles. G. Salmon, "Reinforced Concrete Design", Fourth Edition, Harper & Row Publisher, New York, 1985.*



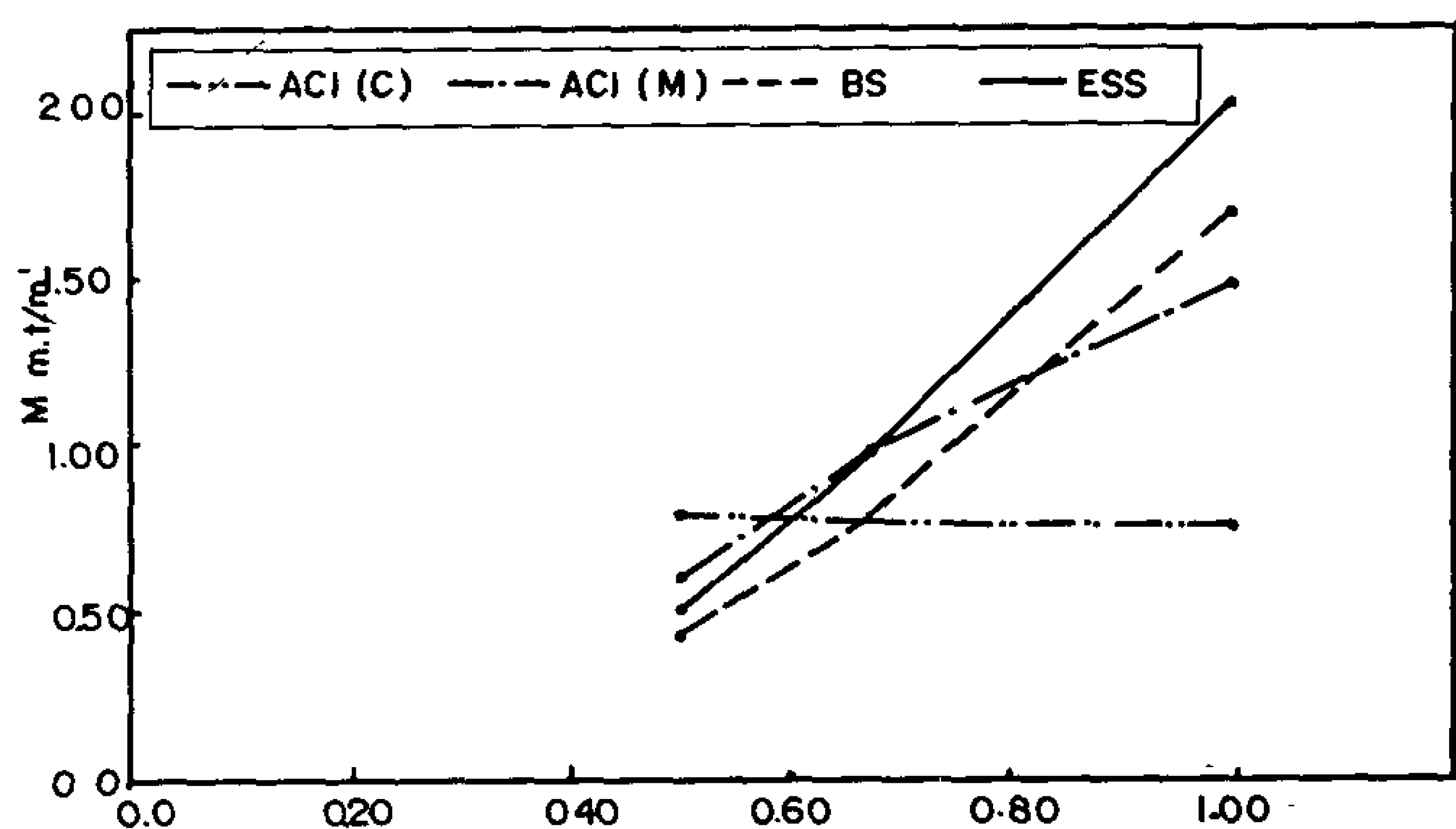
Shorter Span/Longer Span (L2/L1)

Fig. 4 - Effect of rectangularity degree on positive moment in short direction (m.t/m)



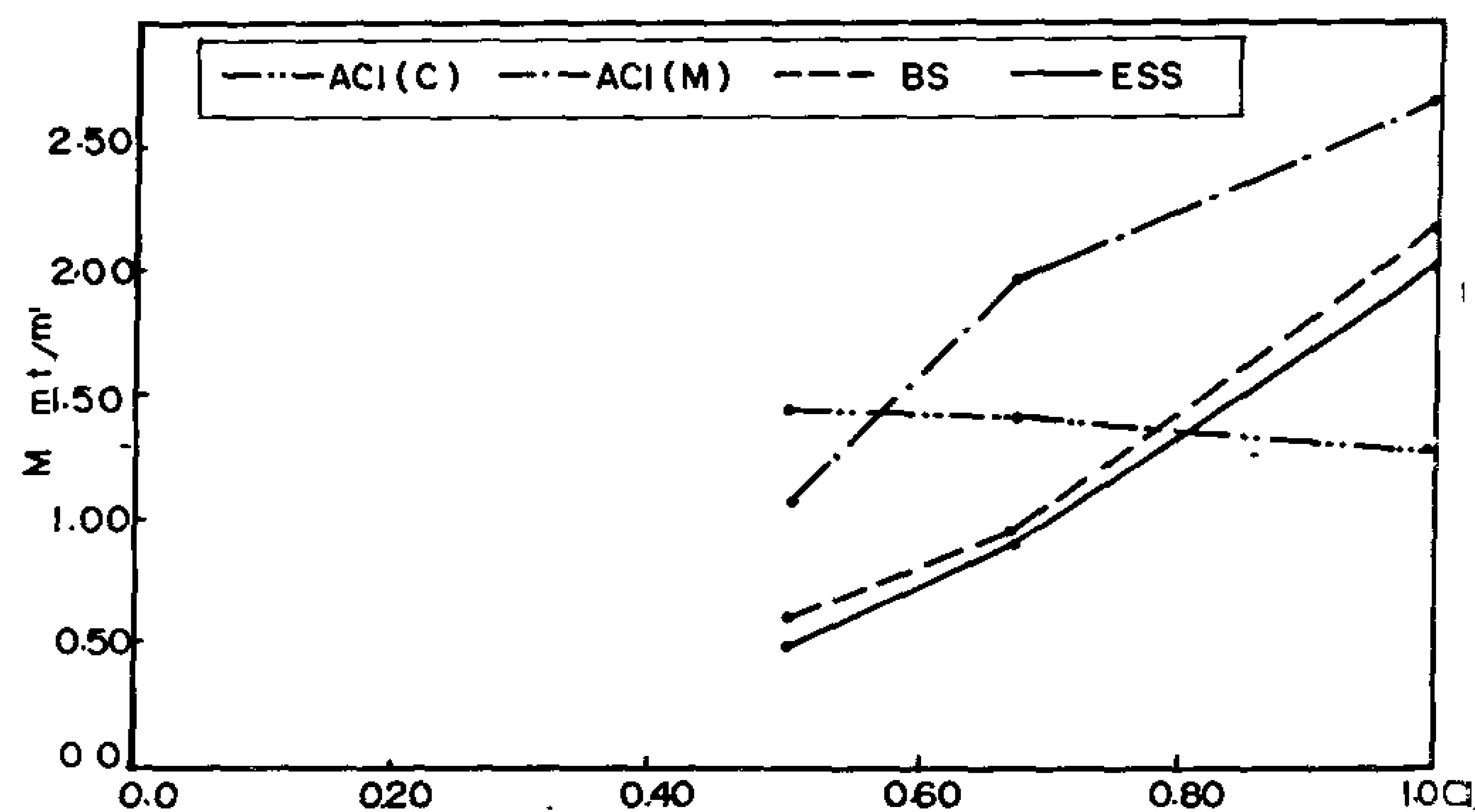
Shorter Span / Longer Span (L2/L1)

Fig. 6 - Effect of rectangularity degree on negative moment in short direction (m.t/m)



Shorter Span / Longer Span (L2/L1)

Fig. 5 - Effect of rectangularity degree positive moment in long direction (m.t/m)



Shorter Span / Longer Span (L2/L1)

Fig. 7 - Effect of rectangularity degree on negative moment in long direction (m.t/m)

CONCLUSION

According to subjects presented in this paper, it can be concluded that :

1. Values of bending moments in each code in both directions change with changing the ratio between the longer to shorter spans.

2. For bending moments in the short direction (Y-direction) of slab :

- The negative bending moments in ESS are close to BS 8110-85 and bigger than ACI till the ratio l_2/l_1 (shorter/longer spans) reaches. 0.75 and 0.8 respectively, then, the ACI values will be bigger.

- The positive bending moments in ESS are higher than BS values for all values of rectangularity degree (l_2/l_1), while ESS & BS values are bigger than ACI values (column & Middle strips).

3. For bending moments in the long direction (x-direction) of slab :

- The negative bending moments in ESS are very close to BS and both codes give lower moments than ACI values (column strip) till rectangularity ratio (l_2/l_1) less than 0.76 & 0.79 respectively.

- The positive bending moments in ESS are higher than BS values for all values of rect. ratio while they are higher than those got from ACI for l_2/l_1 bigger than 0.67.

Note :

- m_x & m_y continuity factors as below :
  m=1.0 m=0.87 m=0.76
- α and β are distribution factors in short and long direction respectively and given in code (3) table (6-1)

Table 13

Panel No.	Codes	M in short dir. m.t/m						M in long dir. m.t/m					
		Max -ve	Min -ve	Max +ve	Min +ve	Max -ve	Min -ve	Max -ve	Min -ve	Max +ve	Min +ve	Max -ve	Min -ve
1	ACI	0.30	0.27	1.87	0.91	2.41	1.09	0.45	0.27	2.26	1.45	2.76	1.81
	BS 8110	0.0	0.0	2.68	2.68	3.61	3.61	0.00	0	1.86	1.86	2.46	2.46
	ESS	1.09	1.09	2.63	2.63	2.63	2.63	0.82	0.82	1.97	1.97	1.97	1.97
2	ACI	0.45	0.32	1.90	0.91	2.41	1.13	2.58	1.63	1.36	0.91	2.58	1.63
	BS 8110	0	0	2.41	2.41	3.23	3.23	2.02	2.02	1.53	1.53	2.02	2.02
	ESS	0.91	0.91	2.19	2.19	2.19	2.19	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
3	ACI	2.23	1.04	1.21	0.54	2.23	1.04	0.45	0.27	2.26	1.45	2.76	1.63
	BS 8110	2.74	2.74	2.02	2.02	2.74	2.74	0	0	1.53	1.53	2.02	2.02
	ESS	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	0.6	0.6	1.45	1.45	1.45	1.45
4	ACI	2.23	1.04	1.21	0.59	2.23	1.04	2.58	1.63	1.36	0.91	2.58	1.63
	BS 8110	2.41	2.41	1.81	1.81	2.41	2.41	1.75	1.75	1.31	1.31	1.75	1.75
	ESS	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64

The word "Max" used above means middle strip of the panel and "Min" means column strip of the panel.

DESIGN EXAMPLE

Plot M_{-ve}, M_{+ve} charts using L 1 = 7.5 m, L1/L2 = 2, 1.5, 1

where

L. L. = 400 Wg/m2. use the same data of the previous example. (Interior panel only)

L1/L2	Codes	M in short direction (t.m/m')				M in long direction (t.m/m')			
		C -	C +	M -	M +	C -	C +	M -	M+
2.0	ACI 318	0.33	0.17	0.89	0.47	1.43	0.76	1.05	0.57
	BS 8110	—	—	1.08	0.82	—	—	0.55	0.41
	ESS	—	—	1.21	1.21	—	—	0.46	0.46
1.50	ACI 318	0.57	0.31	1.27	0.68	1.33	0.72	1.69	0.91
	BS 8110	—	—	1.58	1.19	—	—	0.95	0.71
	ESS	—	—	1.49	1.49	—	—	0.91	0.91
1.0	ACI 318	1.19	0.70	2.64	1.42	1.19	0.70	2.65	1.42
	BS 8110	—	—	2.12	1.64	—	—	2.12	1.64
	ESS	—	—	1.99	1.99	—	—	1.99	1.99

C : Column Strip

M : Middle Strip

- TRANSVERSE DISTRIBUTION OF LONGITUDINAL MOMENTS IN TWO WAY SLAB WITH BEAMS

Frame A :

Total width = 6.0 m. Column strip width = 3.0

Field Strip width = 3.0

Table 7

Moments	Ext. Span			Int. Span	
	Ext.-ve	Ext. + ve	Int.-ve	-ve	+ ve
Total Moment	9.56	34.05	41.81	38.82	20.91
Moment in Beams	7.46	23.34	28.71	26.7	14.38
Moments in C.S. slab/m	1.30	4.16	5.1	4.7	2.52
Moments in F.S. slab/m	0.78	6.5	8	7.42	4.01

Frame B :

Total width = 3m, C.s = 1.5 m, F.S. = 1.5m

Table 8

Moments	Ext. Span			Int. Span	
	Ext.-ve	Ext. + ve	Int.-ve	-ve	+ ve
Total Moment	4.78	17.02	20.09	19.41	10.45
Moment in Beams	3.73	11.67	14.36	13.35	7.19
Moments in C.S. slab/m	0.65	2.08	2.55	2.35	1.26
Moments in F.S. slab/m	0.39	3.25	4.00	3.71	2.00

Frame C :

Total width = 7.5 m, C. S. = 3.0, F. S. = 4.5

Table 9

Moment	Ext. Span			Int. Span	
	Ext.-ve	Ext. + ve	Int.-ve	-ve	+ ve
Total moment	7.43	26.48	32.51	30.19	16.26
Moment in Beams	5.17	14.75	18.63	17.39	9.25
Moments in C.S. slab/m	0.93	2.65	3.25	3.02	1.72
Moments in F.S. slab/m	1.32	8.29	10.56	9.75	5.28

Frame D :

Total width = 3.75m, C. S. = 1.5, F. S. = 2.25m

Table 10

Moments	Ext. Span			Int. Span	
	Ext.-ve	Ext. + ve	Int.-ve	-ve	+ ve
Total Moment	3.72	13.24	16.26	15.10	8.13
Moment in Beams	2.59	7.37	9.32	8.70	4.62
Moments in C.S. slab/m	0.46	1.32	1.63	1.51	0.86
Moments in F.S.slab/m	0.66	4.14	5.28	4.88	2.72

BS 8110 - 85

$m_{s_x} = \beta_{s_x} . n. l^2_x$ m.t/m $m_{s_y} = \beta_{s_y} . n. l^2_y$ m.t/m

where n = 1.4 D + 1.6 L = 1.52 t/m^2

The value of β_{s_x} & β_{s_y} are given in Table (11)

Table 11

Panel	l_x/l_y	β_{sy}		M in Y - dir.			β_{sx}		M in X - dir.		
		-ve	+ ve	-ve	+ ve	-ve	-ve	+ ve	-ve	+ ve	-ve
1	1.25	0.066	0.049	0	2.68	3.61	0.045	0.034	0	1.86	2.46
2	1.25	0.059	0.044	0	2.41	3.23	0.037	0.028	2.02	1.53	2.02
3	1.25	0.05	0.037	2.74	2.02	2.74	0.037	0.028	0	1.53	2.02
4	1.25	0.044	0.033	2.41	1.81	2.41	0.032	0.024	1.75	1.31	1.75

ESS 1989

ω = 1.4 D + 1.6 L = 1.52 t/m2, l_x = 7.5 m, l_y = 6.0m

Table 12

Panel	m_x	m_y	r	α	β	M in X - dir.			M in Y - dir.		
						-ve	+ ve	-ve	-ve	+ ve	-ve
1	0.87	0.87	1.25	0.48	0.23	0.82	1.97	1.97	1.09	2.63	2.63
2	0.76	0.87	1.1	0.4	0.29	2.07	2.07	2.07	0.91	2.19	2.19
3	0.87	0.76	1.43	0.56	0.17	0.6	1.45	1.45	2.55	2.55	2.55
4	0.76	0.76	1.25	0.48	0.13	1.64	1.64	1.64	2.19	2.19	2.19

Dead load is taken equal to 0.4 t/m^2,

while live load is taken equal to 0.6 t/m^2.

As given in code

b_e = smaller of $b_w + (h-t)$ or $b_w + 4t$

$$\& \ I_b = K.\frac{b_w h^3}{12} = \text{Beam moment of inertia}$$

where

$$K = \frac{1}{1 + (be/bw - 1)(t/h))}\left[1 + \frac{t}{h}\left(\frac{be}{bw} - 1\right)(4 - 6\frac{t}{h} + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + (be/bw - 1)(t/h)\right]$$

I_s = Slab moment of inertia

$$= \frac{\text{spacing C. L. to C. L. of beams} * t^3}{12}$$

$$\therefore \quad \alpha = E_b \ I_b \ / \ I_s \cdot \ E_s$$

Table 2 gives the values of k, b_w, b_e, I_b, I_s and α for each beam.

Table 2 - Values of k, b_w, b_e, I_b, I_s and α

Beam	b_w cm	b_e cm	K	$I_b \times 10^5$ cm^4	$I_s \times 10^5$ cm^4	α
B_1, B_2	35	143	1.816	17.75	2.048	8.67
B_3, B_4	35	89	1.59	15.71	1.024	15.34
B_5, B_6	30	118	1.74	9.396	2.56	3.67
B_7, B_8	30	74	1.618	8.737	1.280	6.826

For calculating l^2/α for each slab panel in each direction, α_{av} is calculated.

Table (3) shows the values of l^2 / α_{av} in each direction for each slab panel from 1 to 4. As shown from table, the value $(l^2_x / \alpha_x) / (l^2_y / \alpha_y)$ lies between 0.2 and 5[1].

Table 3

Panel	l_x	α_{avx}	l^2x/α_{avx}	l_y	α_{avy}	σ^2_y/α_{avy}	$(l^2_x/\alpha_x)/(l^2_y/\alpha_y)$
1	7.5	12	4.68	6	5.245	6.86	0.682
2	7.5	12	4.68	6	3.67	9.80	0.478
3	7.5	8.66	6.49	6	5.245	6.86	0.946
4	7.5	8.66	6.49	6	3.67	9.8	0.662

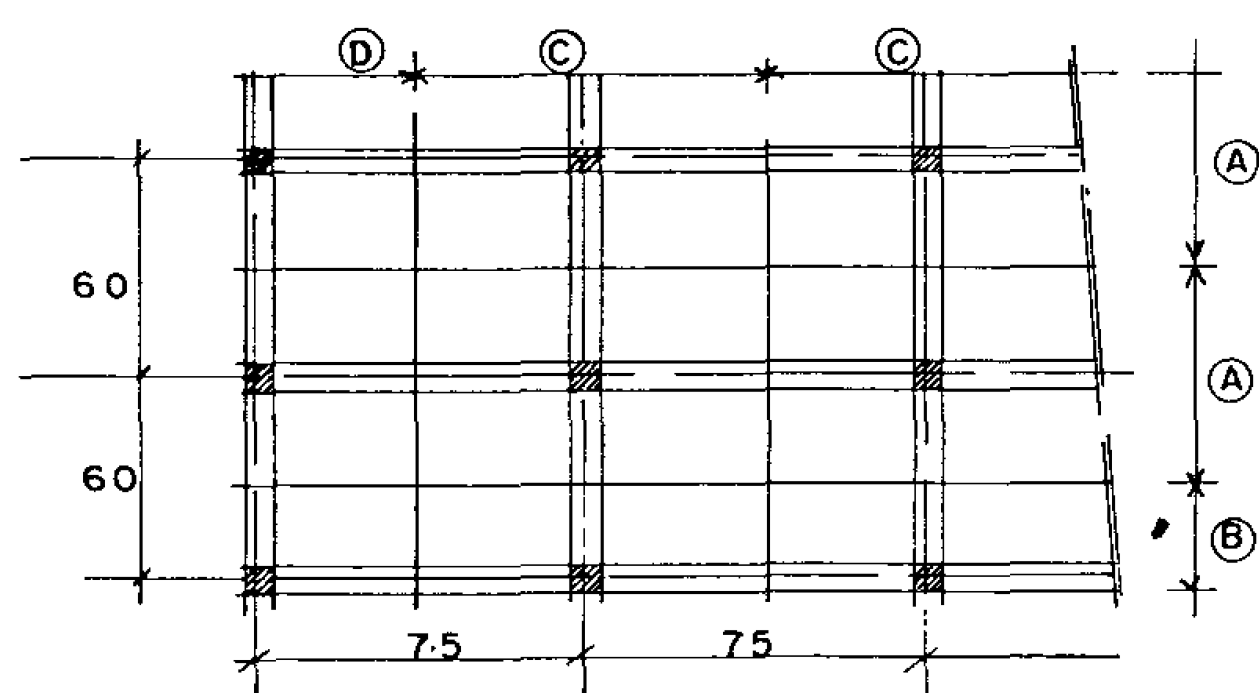


Fig. 3 - Frames used in Design

Effect of Pattern Loading :

$$\beta_a = \frac{D.\ L}{L.\ L.} = \frac{0.4}{0.6} = 0.667$$

Using table ACI 318-77 (13.6.10)

and dividing the floor to frame having width equal to C. L. to C. L. of beams, then we have four frames. as shown in figure (3).

Table 4

Frame	A	B	C	D
α	8.66	15.34	3.67	6.82
l_2 / l_1	0.8	0.8	1.25	1.25
α_{min}	0	0	0	0

Positive moment multiplier $\delta_s = 1.0$

$[l_1$ = length & l_2 = width]

LONGITUDINAL MOMENTS ACCORDING TO ACI (USING TABLE 13.6.3 CODE) AND W=1.4 D+1.7L

Table 5

Frame	A	B	C	D
M_0 m. t.	59.73	29.86	46.45	23.23
M_{-ve} at ext. sup.	9.56	4.78	7.43	3.72
M_{+ve} at ext. sup.	34.05	17.02	26.48	13.24
M_{-ve} at 1^{st} int. sup.	41.81	20.90	32.51	16.26
M_{-ve} at typ. int. sup.	38.82	19.41	30.19	15.10
M_{+ve} at typ. int. sup.	20.91	10.45	16.26	8.13

DISTRIBUTION OF MOMENTS IN LONG. DIRECTION [COLUMN STRIP AND MIDDLE STRIP - VE M].

Table 6

Frame	A	B	C	D
l_2 / l_1	0.8	0.8	1.25	1.25
α_1	8.66	15.34	3.67	6.82
$\alpha_1 \ l_2 / l_1$	6.93	12.27	4.59	8.52
C	416212	416212	745250	745250
I_s	204800	204800	256000	256000
$B_t = \frac{C}{2I_s}$	1.016	1.016	1.455	1.455

From this table and using Tables 13.6.4.1, 13.6.4.2 & 13.6.4.4. with using linear interpolation, the results are as follows :

b. Partial Safety Factors for Strength of Materials[1,2,3]:

Partial safety factors for strength of materials, as for loads, are specified in each code according to the design approach used in the code.

Values, represented in each code, affect the dimensioning and reinforcement of sections subjected to any straining actions such as moments, normal forces, shear forces,.....

MOMENTS IN TWO SLABS SUPPORTED ON BEAMS

Each code specifies sequence of calculating the bending moments in two way slabs supported on beams. Below is the main ideas used in codes under consideration.

ACI (318-89) :

In this code, the roof is analysed as flat slabs, moments are calculated in each column and field strips in slabs and the supporting beams as well.

Two methods of analysis are used named direct design method and framing method.

The direct design method requires some limitations the floor must satisty, to be used[1].

BS (8110-85) :

Here, the code gives the bending moments in each slab (singular), taking into consideration the continuity of the slab in each edge, and the ratio between the longer and shorter span of the slab. Coefficients used to get the negative and the positive moments for each slab are represented in the code[2].

The slab is divided to middle and edge strips. Rft. details in both strips are represented in the code. Torsion rft. should also be provided in corners of slab connected by simple edges[2].

ESS (1989) :

The code considers the slab behaves as a two way slab in case of rectangularity ratio less than two. The rectangularity ratio takes into consideration the continuity effect in each direction of the slab. The code gives an approximate negative and positive moment valves in each direction of the slab using distribution factors given in the code[3].

CASE STUDY

An example for a roof 37.5 x 30 ms as shown in figure (1) is to be studied. It is divided into 25 panels with a panel size 7.5 x 6.0 ms. Slab thickness is taken equal to 16 cm. Beams dimensions in x-directions are 35 x 70 cms while there was 30x60 cms in Y-direction.

Column dimensions are 30 x 30 cm. The moments will be calculated in panels 1,2,3 and 4, since all other panels are similar to one of them.

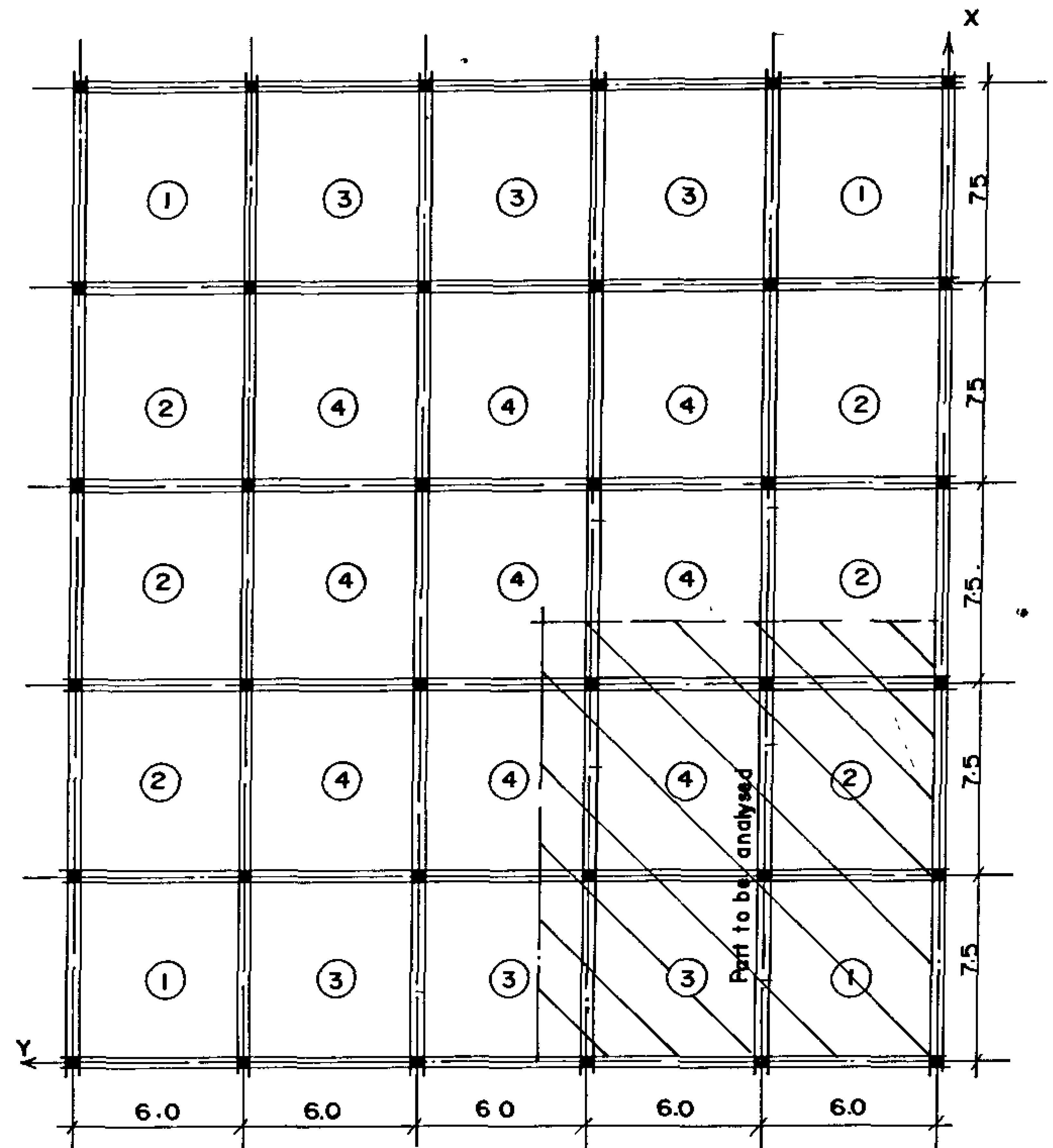


Fig. 1 - Case study plan

ACI (318-89) :

Limits for direct design method are satisfied. Figure (2) represents the part to be analysed and cross sections in beams.

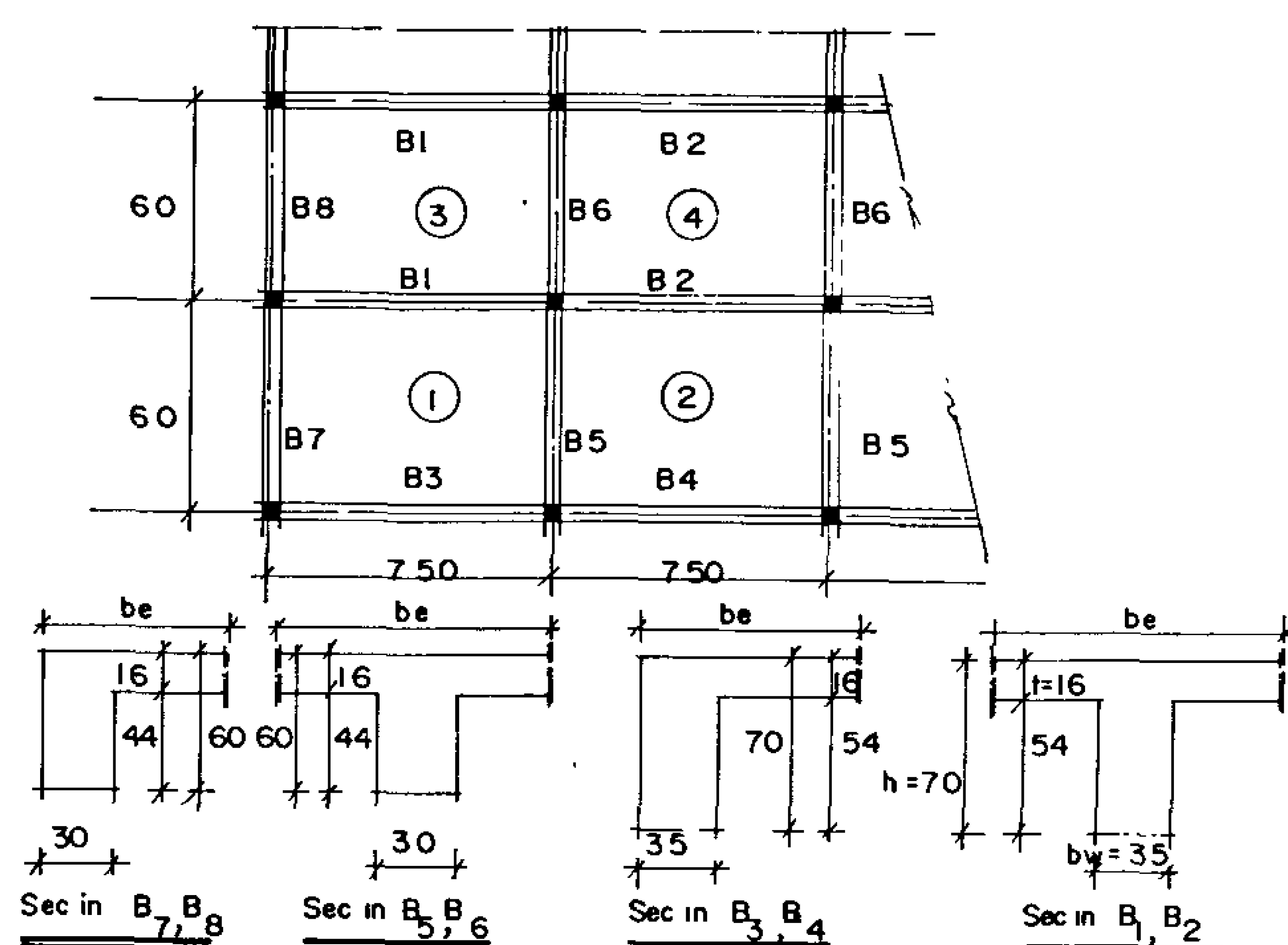


Fig. 2.

BENDING MOMENTS IN TWO WAY SLABS SUPPORTED ON BEAMS COMPARISON BETWEEN NATIONAL CODES

By

Dr. Mohamed Hassan El-Zanaty*

ABSTRACT

This study presents a comparison between the specifications and recommendations laid down by different codes for moments generated in two way slab supported on beams at their edges.

The comparison is confined to three codes, namely ACI Building Code 318:1989, British Code BS 8110-1985 and the Egyptian Code 1989.

The Canadian Code is found to be almost the same as the the ACI Code. Also, the Indian Code is found to be almost the same as the British Code.

DESIGN CODES

Design codes are written to protect the user and society as a whole. They provide information on methods of analysis and design, minimum design requirements, and minimum expected performance.

Many design codes in reinforced concrete structures are available and related to the country generated that code. The codes which will be compared in this paper are :

- ACI 318-77 and amended ACI 318-89(1), published by American Concrete Institute, is based upon the Ultimate Strength Design (USD) approach.

- CP 110-1972 & BS 8110-1985(2), Birtish Standard for Structural use of Concrete, is based only upon Limit State Design (LSD) approach.

- ESS-1989(3), Egyptian Standard Specifications for Reinforced Concrete, included both Working Stress Design (WSD) and Limit State Design (LSD) approaches.

DESIGN APPROACHES

Several design approaches will be presented. Currently considered design approaches for flexure include Working Stress Design (WSD)(3), Ultimate Strength Design (USD)(1,5) and Limit State Design (LSD)(2,3,4).

WSD is not used here, since this approach is not mentioned in many codes compared in here.

PARTIAL SAFETY FACTORS USED IN DIFFERENT CODES

Safety factors for both loads and strength of materials are used. Each design approach mentioned in codes has partial safety factors.

a. Partial Safety Factors for Loads :(1,2,3)

Each code specifies partial safety factors for each load type (i.e. dead loads, live loads, wind loads,...). Herein, partial safety factors for dead loads (D) & Live loads (L) are mentioned, since they are the main loads acting on the slabs considered in this paper.

Table (1) represents the partial safety factors for both dead and live loads specified in codes. Moments in slabs in this study are calculated using these factors.

Table 1 - Partial safety factors for loads

Code	Ac 1318-89	BS 8110-85	ESS 1989
Dead load	1.40	1.40	1.40
Live load	1.70	1.60	1.60

* Associated professor, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University.

- *Marans, Robert W. and Mandell Lewis, "The Relative Effectiveness of Density Related Measures for Predicting Attitudes and Behavioral Variables", American Statistical Association Proceedings of the Social Statistics Section, 1982, pp. 360-363.*

- *Peattie, L.,: Planning: Rethinking Ciudad Guayana, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1987.*

- *Ramanti, Raquel: How to Save Your Own Street. Dolphin Books, New York, 1981.*

- *Ramanti, Raquel, How to Save Your Own Street, In Cooperation with the Urban Design Group of the Department of City Planning, New York, Dolphin Books, Doubleday and Co., Garden City, N. Y. 1981.*

- *Roberts, J. S., "Energy and Land Use Analysis of Alternative Development Patterns", Environmental Comment Cited by Peter Odell, Town and Country Planning, 45 (March 1977), pp. 154-158.*

- *Robinson, I. M., Baer W., Banerjee, T. and Flachbart, P., "Trade Off Games", in W. Michelson (ed.), Behavioral Research Methods in Environmental Design, Penn.: Dowden Hutchinson and Ross, 1975.*

- *Schiffenbauer A., Brown, J. and Perry, P., "The Relationship between Density and Crowding: Some Architectural Modifiers", Environment and Behavior, 9 (1977), pp. 3-14.*

- *Shankland, Cox and Assoc., Private Housing in London, Wales Housing Division, 1972.*

- *Tips, W. E. J., Savasdisara, T., 1986a" The Influence of the Environmental Background of Subjects on their Landscape Preference Evaluation, in Landscape and Urban Planning, 13 (2): 125-33.*

- *Ulrich, R. S.,: Human Responses to Vegetation and Landscapes, in Landscape and Urban Planning, 13 (1): 29-44, 1986.*

- *Weirick, J.,: Don't You Believe it: Critical Response to the New Parliament House, in Transition, 27/28 (Summer/Autumn): 7-66, 1989.*

- *Weiskrantz, L.,: Blindsight: A Case Study and Implications, Oxford University Press, 1986.*

- *Weiskrantz, L.,: Brain Function and Awareness, in R. L. Gregory, ed., The Oxford Companion to the Mind, Oxford University Press, 1987.*

- *Yin, Robert K., Conserving America's Neighborhoods. Plenum Press, New York, 1982.*

BIBLIOGRAPHY

- *Alonso, W., Location and Land Use, Cambridge, Mass : Harvard University Press, 1964.*

- *Altshuler, A., "Review of the Costs of Urban Sprawl", Journal of the American Institute of Planners, 43, April 1977, pp. 207-209.*

- *Brambilla, Roberto and Gianni Longo, What Makes Cities Liveable? Learning from Baltimore. Institute for Environmental Action, 81 Leonard Street, New York, 10013, 1980.*

- *Chapin J. Stuart, Urban Land Use Planning, Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 1965.*

- *Comptroller General of the U. S., Report to the Congress., Urban Homesteading: A Good Program Needing Improvement, November 13, 1979, U. S. Government Printing Office. Washington D. C. 1980.*

- *Corbett, Michael N., A Better Place to Live, New Desigen for Tomorrow's Communities, Rodale Press, Emmaus, PA, 1981.*

- *Cooper Clare, Easter Hill Village, New Yourk: The Free Press, 1975.*

- *Cutler, Laurence Stephan, Recycling Cities for People, The Urban Design Process, C. B. I. Publishing Co., Boston, 1982.*

- *Frampton K., Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture on Resistance, in H. Foster, ed., Postmodern Culture, Pluto 1985.*

- *Fischer, C. S., Baldassare, M. and Ofshe R. J., "Crowding Studies and Urban Life: A Critical Review", Journal of the American Institute of Planners, 41 (Nov., 1975), pp. 406-418.*

- *Friedman, Ruth, "Housing Densities: Economic Significance", A Report Submitted to the Ministry of Housing, Tel. Aviv, 1977 (Hebrew).*

- *Hiss, T.,: The Experience of Place, Knopf, New York 1990.*

- *Jacobs, A., Appleyard, D., Toward an Urban Design Manifesto, in Journal of the American Planning Association, 53 (1): 112-20, 1987.*

- *Kaplan, S., Kaplan, R.,: The Visual Environment: Public Participation in Design and Planning, in Journal of Social Issues, 45 (1): 59-86, 1989.*

- *Kolb, D., Postmodern Sophistications: Philosophy, Architecture, and Tradition, University of Chicago Press, 1990.*

- *Kramer, H., The Idea of Tradition in American Art Criticism, in The American Scholar, 56 (Summer): 319-27, 1987.*

- *Krumholz, N., Future Directions in City Planning: a Comment, in Journal of Planning Literature, 2 (1): 1-6, 1987.*

- *Lansing, J. B., Marans, R. W. and Zehner, R. B., Planned Residential Environments, Ann Arbor, Michigan: Institute for Social Research, University of Michigan, 1970.*

- *Marans, Robert W., "Social and Cultural Influence on New Town Planning", Journal of the Town Planning Institute, 65 (1970), pp. 60-65.*

concerned, their financial resources, their cultural background and their tastes.

Below, we describe an investigation into perferences for low versus walk-up buildings in Nasr City district. Low-rise sample is taken to be the residential buildings that follow building laws and regulations in the early period of developing such district. Contrary to this, walk-up dwellings were taken to present those who violated building lines and regulations since late seventies. A represntative sample of 500 of the urban residents was interviewed. First, respondents were asked which of the following two basic buildings they preferred:

a) **Multistory walk-up buildings.** The ordinary walk-up apartment house of up to ten stories is the most common type of housing; 81 percent of the respondents lived in buildings of this type.

b) **Low buildings.** Such as buildings with three to five stories. Each floor consists of two opposite flats served by a common staircase.

Sixty percent of the respondents said that they preferred to live in a low building. This is in striking contrast to their actual housing, since 81 percent of them lived in walk-up buildings. Those who lived in a walk-up building and said that they preferred to live in a low building were asked if they would exchange their present dwelling for a flat of the asme size in low building in the same area. Only 53 percent expressed a willingess to do so. These were then asked whether they would trade their present apartment plus LE 80,000 to obtain that flat within low rise. More than four out of five said no, although LE 80,000 is less than the difference in the market values of these two types of housing.

Disregarding the gap between word and deed, we are left with an interesting finding: of those who lived in walk-up buildings, but said that they preferred to live in low buildings, only half said that they would trade flats, and only 17 percent said that they would add a sum of money to the deal which was less than the difference in value.

This indicates how careful we have to be in the study of residential perception.

CONCLUDING REMARKS

A residential context is a very complex commodity with many characteristics. Usually people trade-off one attribute against another. For instance: they can trade-off density against space. The aim of good planning is to find that combination of characteristics which will give the maximum level of satisfaction to the residents of the neighborhood (subject to the limitations of their financial resources). Therefore, planners should be aware of the prospective residents' preferences and the relative evaluation of the various characteristics of their environment.

As we have seen the density affects the quality of residential development in many direct and indirect ways. Clearly determining the optimum level of density requires a balancing of all relevant factors. Density standards should be adapted to both the behavioral and the preferences of the potential residents.

To complicate matters, the concept of density has many definitions. It seems that people are not concerned about the concept of residential density but are affected by related variables, such as proper design of open spaces, heights of buildings and the like. Consideration of these variables is therefore extremely important. If the aim of good planning is to design neighborhoods matching as closely as possible the preferences of their inhabitants, then, planners should have qualitative estimates of the residents' relative evaluation of those characteristics and their preferred compromise between the various attributes, including possible savings in the price of housing. Clearly the preferences of the residents can vary from one case to another depending on the circumstances of the people concerned, their cultural background, their tastes and their financial resources.

In view of the major role played by density measures in determining residential satisfaction, and the importance of having quantitative estimates of the value to the public of various density standards, it is surprising that only few studies have been carried out to obtain such estimates.

considered as a residential mass, spatially divided by confused alleyways connected with service road which in turn leads to Helwan expressway.

TWO EMPIRICAL STUDIES

Do existing norms, regulations and the creative way of developing any urban area controlling the proper allocation of land for public purposes, and do net residential density, achieve maximum preferences for the inhabitants of the planned neighborhoods? No enough research has been done out in Egypt to answer this question conclusively. However, two applications are carried out. The first raises doubts about the device of urban planning that locates and designs spaces, and the second investigates the preferences of low versus high rise appartments.

We can not claim that the applications described hereunder are exhaustive or conclusive, but rather addressed to the relevant questions-and represent examples of different approches to the investigation of residential preference.

The First Investigation : Utilization of Open Spaces

The investigation employed here consisted of observing activities in the open public spaces in each residential area. Observations were carried out during one week in this summer of 1994 in Monshat Naser area. An investigator visited ten alleyways at different times during the day. Alleyways were checked to see how many people were present and what activities were going on. The same investigator observd peoples behavior at the central green space plus additional seven access roads in the area located at Nasr City Districat.

It was found that the green space in Nasr City area is used very little. Some areas in it were particularly noticeable for their low utilization specially the resting areas. At no time were children observed playing in the specified playing areas. On the other hand, children were playing ball games and riding bicycles in areas not intended for that purpose, (for example, in the access roads and around building entrances) and were interfering with other activities. Similarly, children in the unplanned area were seen to use the alleyways as the only outer space for their activities. Also, adults in the same area occupy curbs and side walks for setting back and social gathering.

Similarly, at the service center of Nasr City area between the local school and the shops is a plaza connected with the targeted open space. It was planned as a hub for pedestrians and a central meeting place for the residents of the entire neighborhood. But the plaza is not used. People prefer to walk along other routes which are shorter or more convenient. In fact the plaza is neglected and has been squatted by other functions that have undesirable views.

By contrasting observations of the planned and unplanned areas we can easily find out that abandonment of green open space is real, leading to chaotic perception when compared with settings in which such spaces were absent. This is contrary to designers expectations that design elements (such as green open spaces and plazas) in the urban fabric would provide appropriate physical environment to improve people's behavior. Accordingly the importnce of this finding is substantiated by the return of areas that are set aside for open spaces in the plannd neighborhoods and the sums of money that public authorities spend on such facilities.

Nevertheless, this investigation raises more questions than it answers. In particular, it questions the shallow way of classifying social classes and the validity of current planning methods that are used for shaping people's life.

The Second Investigation : Low Versus Walk-up High-Rise Buildings

One of the major questions about the effect of net residential density on the satisfaction of residents involves the preference of the public for low-rise versus high-rise buildings.

If people are less concerned about the height of buildings than they are about building coverage, setback distances, etc., then planners can provide more open space (private or public) while maintaining the same net residential density by constructing higher buildings. The additional open space, if used judiciously, can provide more privacy and higher aesthetic values. On the other hand, higher buildings do have some drawbacks; the problem is to weight the advantages against the disadvantages.

The choice between higher buildings with more open space and lower buildings with less open space requires a quantitative evaluation of their effects on the residents' well-being. Obviously this will make flats in lower buildings more expensive than in walk-up. However, measuring the willingness-to-pay of the residents is involved here since part of the question is: how much is an extra unit of satisfaction worth in terms of expenditure on housing environment? Clearly, the answer can vary from case to case, depending on the social circumstances of the people

From the point of view of economizing on land utilization and construction costs per person, the relevant concept is gross population density. But this is not necessarily the key factor in maximizing the satisfaction of the residents. What if the inhabitants do not perceive density as it is measured, but rather are affected by other variables such as the percentage of building coverage, distances between the buildings, details of the layout, etc? In an American study, a very low correlation was found between the actual objective density and the subjective perception of density ($R=0.47$) (Robert Marans and Lewis Mandell, 1982). However, for the purposes of this study we rather maintain the objective measures of density than the subjective ones. Accordingly, we analyzed the variables that form the gross population density of a neighborhood into three variables. These are :

1) The proportion of land allocated to public non-residential purposes
2) The number of dwelling units built in the residential area (the net residential density).
3) The number of persons who occupy each dwelling unit.

The third variable is largely outside the control of the planning authorities; it is determined by the inhabitants. On the other hand, the first two variables are subject to planning controls; the question is whether the existing desigens that maintain the same standards of density achieve maximum satisfaction for the residents of a neighborhood.

In order to investigate this question, a survey was administered to Cairene residents in two different neighborhoods. Two neighborhoods were identifed which were (a) in contrast in the way they developed, and in social status, and (b) which provided views that varied in terms of residential preferences. Differences were taken to see if people who lived in highly planned residential areas respond differently to their place of residence than residents of no planned environment. Also using this environmental differences makes it possible to clarify some other new variables concerning the measures of density as residents perceive them.

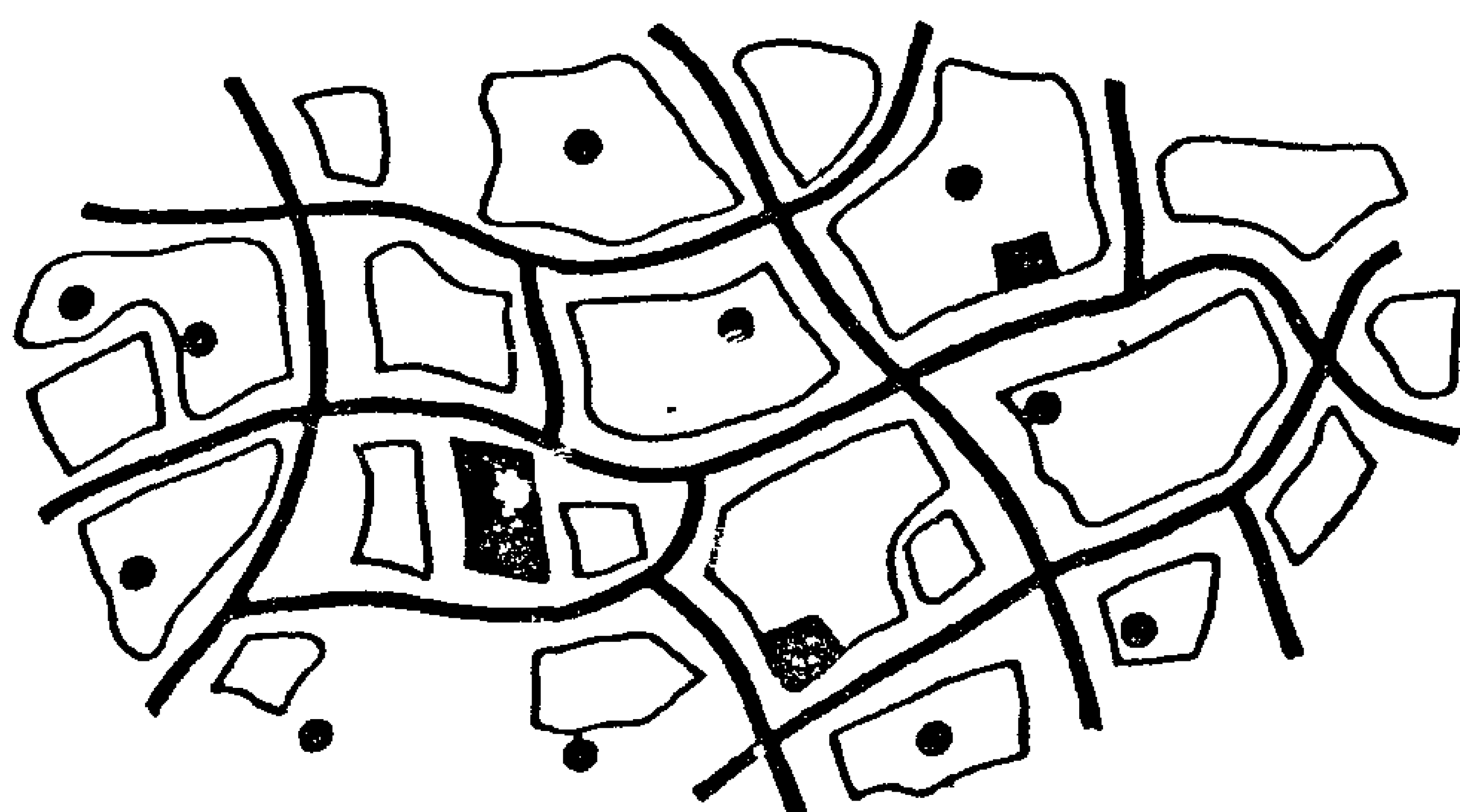
METHOD

In order to identify the experimental areas we designated two neighborhoods. One in Nasr City, which presents the newly middle class neighborhood. Also it is considered as the only planned area within the administrative boundaries of Cairo City. The other area selected to be in Monshat Naser. This area is qualified to represent the behavioral aspect of lower class people living in one of the unplanned communities. Each neighborhood is then subdivided arbitrary into 15 equal zonal areas. Finally one zonal area is selected randomly of each neighborhood.

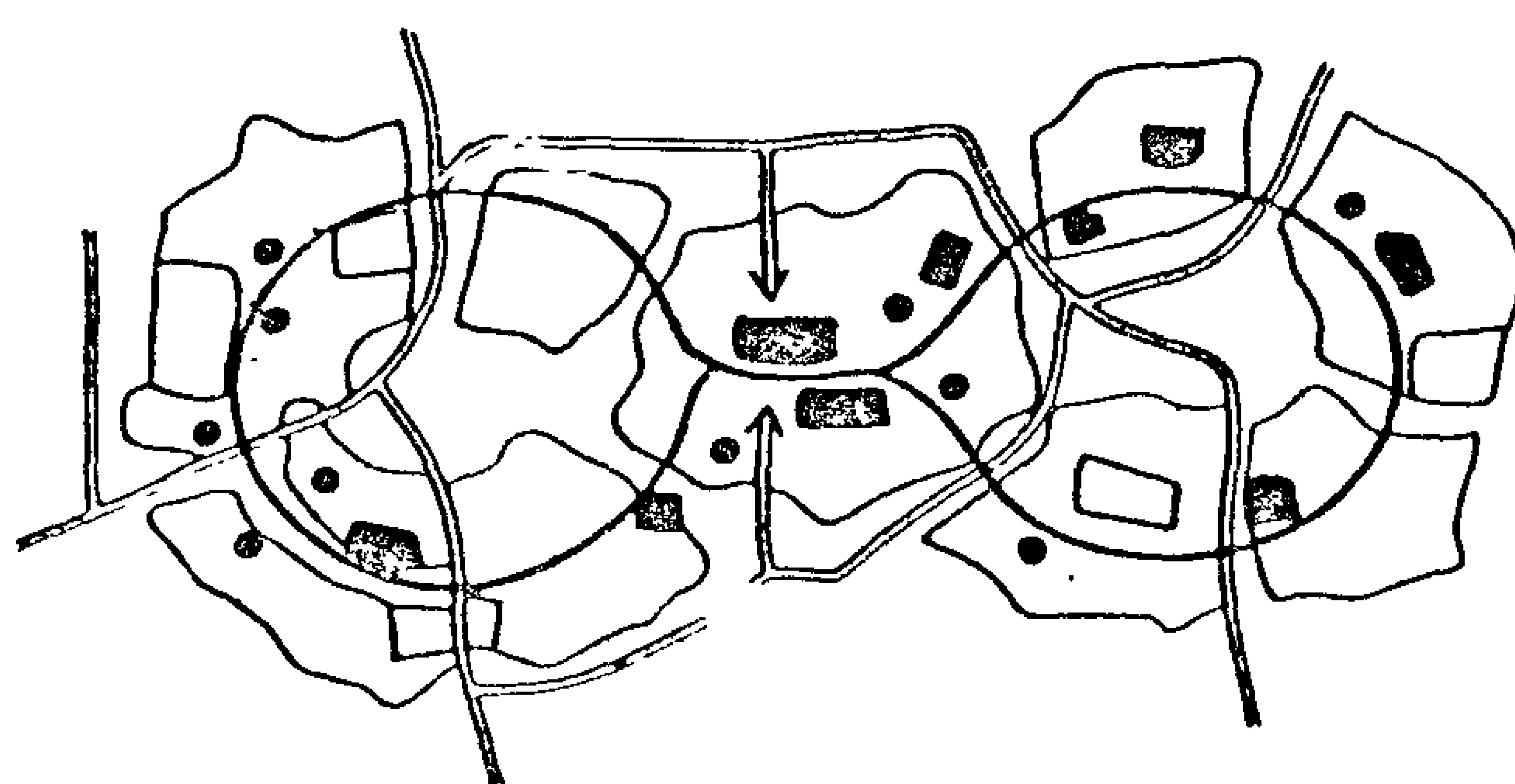
Of 1000 dwelling units, the entire population of the selected zonal areas we analysed peoples behavior by two methods. The first one examines the difference in behavior from areas built according to different planning principles and different social classes. Thus hypothesized that, if the variance of behavior is sufficiently small, one can identify that the way planned communities are designed and/or the miss-classification of social classes are the direct cause for such invariability. Subsequently our analysis is based on the assumption that behavior are best revealed through what people do rather than by what they say. The difficulty is in interpreting the motivation behind the behavior, which will limit our findings to concluding remarks. Of course the same information can often be obtained far more easily through interviews. Howerver limitations of monetary budget makes on-site observation more attainable. The other method used for identifying the preferences is the direct questioning of residents on their attitudes. This gave some insight into their preferences and motives. On the other hand, the reliability of this method is limited in the absence of test of the relationship between what people say and what they do. However, we overcome this by the way we pose questions.

SETTING

The two residential areas selected for the purpose of this research consisted of 150 to 200 buildings with different heights. However the gross residential density for the two areas is the same. This is due to number of persons who occupied each dwelling unit. Although the land use of each is mainly residential there are different uses like commercial shops located in the ground floor of each building. Also some limited number of business offices scattered all over the multistories. For the first part of the forthcoming application (the effects of utilization of openspaces) each residential area is taken to consist of one or two types of open spaces such as streets and green areas. The urban form of the planned area can best be described as a residential mass with random hights overlooking a central green open space. Such area is connected with one of the main distributor roads in Nasr City, El Tairan St., and adjacent to the main center of such neighborhood. The unplanned area is



A) Optimal structure for private motorized transport. Uniformly, lower density to reduce traffic intensity and random distribution of facilities to evenout loading on roads.



B) Optimal structure for public transport. Urban facilities located along corridors hence concentrating demand to maintain a high frequency service. Facilities located evenly along corridors to avoid peaks in loading. Increase in density towards public transport route to minimize distances.

— Bus route
Roads
■ Shopping and Commercial Centres
□ Employment
□ Residential
• Misc. facilities

Fig. 1 - (a & b): Optimal urban structures for private and public transport.

would produce 45 percent less air pollution (see Alan Altshuler, 1977).

Recently, in Egypt, the exponential increase in the car ownership has impacted our urban centers to spread out across enormous distances with relatively low densities on the peripheries (this is obvious on the fringes of Cairo and Giza cities). On the other hand, the current rise in the price of oil has multiplied the costs of transportation, and the costs are still going up. This new situation needs planning efforts. One way to overcome such situation is to economize on land development costs. Thus to economize on land development it appears for Egypt that higher energy and transportion prices justify more compact patterns of our new urban development with higher densities. However, increasing the density has its own drawbacks. Presumably, the concentration of more people into a smaller area will result in housing conditions that are less pleasant, and the well-being of the residents will decline.

This paper is, therefore, to discuss the problem involved in estimating the value to the public of various leves of density-i.e., their effect on the satisfaction of the population. To begin with, we looked at the different meanings of density. In section II, two different methods for identifying the preferences of residents are explained. Experimental settings are stated in section III. Section IV describes two investigations related to the determination of density standards: utilization of open spaces, and preference for high versus low buildings. Finally some concluding remarks are presented.

THE PROBLEM

To complicate matters, the concept of density has more than one definition. When analyzing the effects of residential density, one has to be very careful not to confuse the various definitions. In particular, some influences of density are described better by some definitions than by others. Following are the definitions of several measures of density and related variables used in the literature (e.g. Stuart Chapin, p. 429, Givoni and Paciuk p. 10-11, Keeble p. 252).

Net population density : number of presons per unit of net residential land (land covered by the dwellings and private accessory uses : gardens, yards, parking areas, etc).

Gross population density : number of persons per unit of gross residential land, (refers to the entire area, the net residential area plus the streets, side walks, puplic open spaces (public parks, play grounds, parking areas), and areas occupied by (or reserved for) publice services such as schools).

Net residential density : number of dwelling units per unit of net residential land.

Gross residential density : number of dewelling unit per unit of gross residential land.

Building coverage : fraction of net residential land actually covered by the buildings.

Floor area ratio : total floor area divided by net residential land.

Size of dwelling unit : floor area of each dewlling unit, or number of rooms.

RESIDENTIAL CONTEXT AND DIMENSION OF DENSITY

By
Motaz M. Salama*

ABASTRACT

It is concluded that structural changes in transportation and land use patterns can produce significant reduction in engergy for urban travel. Subsequently, for our major urban Centers, it appears to be desirable to channel past and present development into higher density form. However, does existing residential density manipulate in a way to allow proper allocations of Land for public purposes, and offer maximum preference of inhabitants in planned neighborhoods. To answer these questions, two investigations are conducted to conclude that planned nieghborhood in Greater Cairo is designed independent from its residents behavior. Accordingly, what is needed is to find out the design characteristics which will match as closely as possible to the potential behavior of each residential class; also to determine the optimum level of density that residents prefer, subject to their limitations of financial resources.

INTRODUCTION

Historically, there have always been three main forms of travel (i.e. walking, public transport, and private vehicles), but the technology and availability of the latter two have changed dramatically in the last 100 years. This has had major implications for the way towns and cities have developed and the social and economic activities that occur within them. In the industrial west from the 1880s, the development of public transport systems encouraged a separation and specialization of land uses. Such separation and specialization pushed other land uses towards the periphery of cities (i.e. those most able to pay for more spacious housing and the higher transportation costs at a city's edge). This loosening of urban form and the grater specialization of land uses were reinforced and accelerated by the development and increasing availability of the private automobile. Subsequently, this process has created two opposing operational requirements of transporation. On the one hand public transport requires a concentration of Housing densities, and service facilities to maximize the number of people and activities within easy reach of the transport route and thus induce a high level of use. On the other hand, the highway network for private transport requires a dispersal of low density housing and service facilities to achieve maximum (vehicle) accessibility at low capital cost (See Figure(1).

This opposing operational requirements can best be characterized by the trade-off between density and transportation costs. If a given population lives at a lower density, the residents occupy a larger area of land, so travelling distances and transportation costs increase. Obviously, one way to economize on transporation costs is to crowd the population into a smaller area - that is, to increase the density. This will shorten travelling distances, and thus reduce transportation costs.

A recent Americar study compared the capital costs, operating costs, energy consumption and environmental impact of low-density and high-density development. It calculated that a high-density community (19 dwelling units per net residential acre) would require a capital investment 44 percent smaller than that of a typical suburban low-density development (3.5 dwelling units per net residential acre). The largest proportionate saving – would be in the construction cost. The high-density community would have an operating cost of 11 percent lower than that of the low-density community; it would require 44 percent less energy; and it

* Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Zagazig University, Banha Branch.

the highest water shortage occurs. Saidya and Balaqter, which have the lowest water shortages have relatively low B/C ratios. Iqal Shamia with water shortage more than Ashrûba has a higher B/C ratio. In other words, water shortage is a good indicator for the need of IIP in a canal command area.

COST SHARING

In addition to operation and maintenance cost of improved mesqas, farmers will be responsible for procurement of the pump needed for single-point lifting. Farmers will also pay for the capital improvement cost over 20 years with equal annual payments, no interest, and a five-year grace period. Given the present commercial interest rate of about 12%, under this scheme farmers would pay less than 35% of the real cost of capital improvements. The equivalent annual payment for capital cost is about LE 60/fed./year which is much less than farmers return from the project. The IIP annual benefits for farmers for the six study areas are found to be within the range of LE 250-400/fed./year.

CONCLUSION

1. IIP is crucial for Egypt to resolve the present deterioration problems in downstream portion of the irrigation system (main canals, branch canals and mesqas), to provide irrigation water extension services, and to ensure full participation of farmers in operating their mesqas for fair water allocation, adequate irrigation scheduling and proper mesqa maintenance.
2. The feasibility analysis shows that most of IIP alternatives are economically feasible for all of the six canal command areas considered in this study. The raised lined mesqas are found to be the most economic improvement alternative for five of the six study areas.
3. Water shortage (difference between water supply and irrigation water requirements) is a good indicator for the need of IIP in the canal command areas. This criterion may be used for initial selection of potential areas for IIP before carrying out detailed feasibility analysis
4. The farmers share of IIP capital costs is only about 35%, i.e 65% of the cost will be recovered from the remainder of the society who will benefit from the increase of the agricultural production and water savings.

REFERENCES

- *American University in Cairo (AUC), 1992, "Workshop on Cost Sharing for the Nile River System in Egypt," Center for Middle East Management Studies, Egypt.*
- *MPWWR, 1990, "Balaqter Supplemental Feasibility Study," IIP, IID, Egypt.*
- *MPWWR, 1991a, "Ashrouba Supplemental Feasibility Study," IIP, IID, Egypt.*
- *MPWWR, 1991b, "Mantout Supplemental Feasibility Study," IIP, IID, Egypt.*
- *MPWWR, 1991c, "Iqal; Shamia Supplemental Feasibility Study," IIP, IID, Egypt.*
- *MPWWR, 1991d, "The Herza-Numaniya IIP Unit Command, Area; Before and after Improvement Project report, "IIP, IID, Egypt.*
- *MPWWR, 1992a, "Saidiya Supplemental Feasibility Study," No. 2," IIP,IID, Egypt.*
- *MPWWR, 1992b, "Bahr El-Gharag Supplemental Feasibility Study," IIP, IID, Egypt.*
- *USAID, 1982, "Regional Irrigation Improvement Project," Project Paper, Egypt.*
- *USAID, 1993, "Actual Construction Cost Data, "Personal Communications, Cairo, Egypt.*

Benefits of IIP

The primary benefits of IIP is the increase in agricultural production due to improvement of water availability, on-farm water management, and irrigation water quality. The estimated improvement in crops production for different IIP canal command areas were made available (MPWWR 1990, 1991 a, b, c and 1992 a, b). A summary of estimated increase in crops yield at six IIP canal command areas is given in table (4). The improvement in agricultural productivity varies significantly from one area to another as a function of the prevailing irrigation and field conditions before IIP. These estimates for crops yield increase are based on socio-economic survey of the canal command areas and assuming that the improved yield will at least be equal to the average yield now attained by the best third of the samples taken. Most of yield increase, as shown in the table, is for the summer crops as IIP improves water availability during summer months of peak demand. Other benefits of IIP is the decrease in water lifting and maintenance costs from about LE 310/fed. year in average for low level mesqas, to about LE 230/fed/year for raised mesqas. Land savings are secondary benefits of IIP and are marginal compared to the benefits of increased crops yield. As an example, land savings for pipeline mesqa in Balaqter are 12 feddans and in Saidya are 30 feddans. These benefits are equivalent to 0.1% and 0.17% increase in crops yield in Balaqter and Saidya, respectively.

Table 4 - Estimated % increase in crops yield after IIP

Crop	% Increase in Yield					
	Balaqter	Ashruba	Mantut	Iqal	Saidya	Bahr
Wheat	0.0	12.0	10.0	13.5	20.0	3.5
Broad beans	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	13.0
Berseem	0.0	2.5	0.0	4.0	6.0	5.0
Cotton	11.0	24.0	33 0	33.0	18.0	20.5
Rice	25.0	—	—	—	36.0	18.0
Maize	25.0	26.5	26.3	30.0	24.5	16.0
Citrus	8.5	11.0	8.0	11.0	1.5	—
Tomatoes (Summer)	8.5	9.0	11.0	50.0	21.0	28.0
Sugarcane	—	—	11.0	—	—	—

Analyzing real monitoring data, collected by MPWWR (1991d), before and after IIP (raised lined mesqas) at Herz-Numaniya in Minya, it is found out that IIP resulted in increasing the yield of sugarcane by 16.4%, maize by 14.1%, cotton by 9.3% and beans by 6.5%. The analysis also indicated that the mesqa conveyance efficiency has improved from 60% to 92%. On the other hand, the mesqa maintenance cost has decreased from LE 15/fed./year before improvement, to only LE 3/fed./year after improvement. Cost of irrigation also has decreased from about LE 8/fed./irrigation to less than LE 4/fed./irrigation. These figures show that the estimated yield increase for the study areas is relatively higher than the actually attained increase at Herz-Numaniya, but the actually achieved reduction in measqa operations and maintenance cost is much more than the assumed values.

Feasibility of IIP

Given the costs and benefits of IIP in the six canal command areas, the economic feasibility of improvement for each area, corresponding to various mesqa improvement alternatives, was determined as shown in table (5). The table provides the present value of benefit/cost ratio (B/C) for IIP alternatives for each command area, using 12% for the discount rate. The raised lined mesqa is feasible for all areas and achieves the highest B/C for five out of six areas. Remodelling and earth working of low level mesqas are also economically feasible but are not the best improvement choice. The raised unlined mesqas, for the two areas which are evaluated for, are found economically justifiable. The economic feasibility of pipeline mesqas is questionable for three of the six command areas, due to its high cost. These B/C ratios will be higher if less discount rate is used. For 10% discount rate, all of mesqa improvement alternatives are economically feasible.

Table 5 - B/C Ratio for mesqa improvement alternatives

Improvement Alternative	B/C					
	Balaqter	Ashruba	Mantut	Iqal	Saidya	Bahr
Low Level Unlined	1.28	1.18	1.32	1.49	1.11	—
Raised Unllined	1.47	—	—	—	—	1.9
Raised Cast-in-Situ Concrete	1.48	—	—	—	—	—
Raised Pre-cast Concrete	1.38	1.33	1.34	1.63	1.26	1.6
PVC Pipeline	0.97	1.04	1.01	1.27	1.18	1.5

Variation of the B/C ratio from area to another is due to variation of the irrigation conditions in these areas. A good indicator of the irrigation conditions which reflects water conveyance efficiency and water availability conditions, is the water shortage. For the study areas, the maximum water shortage occurs in Bahr El-Gharag, on the order of 65% of the irrigation water requirements. Minimum shortage is in Saidya and Balaqter areas, on the order of 5%. The second highest water shortage is in Mantut, on the order of 40%. Water shortages in Iqal Shamia and Ashruba are 30% and 20% respectively. The highest B/C ratio occurs for Bahr El-Gharag where

head necessary to deliver flow to the marwas through risers controlled by alfalfa valves. The old open channel is to be filled in and the land may be returned to the farmers. As the delivery system is below ground, no bridges, culverts or access roads are required. Weed, grass, evaporation and seepage problems common to open channels will be eliminated. This mesqa type is the most expensive improvement alternative.

IAS and WUAs

The agricultural cooperatives have traditionally focused on advising farmers on proper agronomic practices and on promotion of use of non-water outputs. The agricultural extension workers are not trained to provide irrigation extension services such as water application and irrigation scheduling. The IAS, through WUAs, is set up to provide these services. The IAS is also to advise the WUAs with alternate solutions for improving the canal and mesqa systems. Selection of the most adequate alternative, however, is left to the WUAs. Operations of improved mesqas and water allocation among farmers are carried out by the WUAs after receiving the appropriate training from the IAS staff. Collection of service fees from the farmers to operate the pump station of raised or PVC pipeline mesqas and to maintain them in adequate conditions is also left to the WUAs.

ECONOMIC ANALYSIS

Costs of IIP

IIP costs may be classified into four main items : cost of improvement of the canal system, cost of supplementary irrigation water, cost of on-farm improvement, and cost of mesqa improvement. Estimates of these costs were made available through analysis of MPWWR reports (1990, 1991 a,b,c, and 1992 a,b) for six canal command areas in four governorates (tables 1 & 2). Table (1) shows the first three cost items and table (2) shows cost of mesqa improvement which is approximately, 60-90% of total improvement cost. The improvement cost of the canal system is within the range of 20-40% of the total cost. Cost of supplementary irrigation varies grealty from area to another but still does not exceed 10-15% of total improvement cost. Cost of on-farm improvement is very smalll compared to the other cost items. Table (2) shows that the cheapest mesqa improvement alternative is earth works for the low level unlined mesqa, while the PVC pipeline mesqa is the most expensive alternative. Cost of mesqa improvement varies significantly from area to another given that mesqa conditions are not the same in the different areas, and size and length of mesqas vary from location to another.

Table 1 - Estimated capital cost of On-Farm and canal system improvement (LE/Fed.).

Command Area	Size (fed)	Improvement Cost (LE/fed.)		
		On-Farm	Suppl. Irrig	Canals
Balaqter (Behaira)	12000	——	11	235
Ashruba (Minya)	4000	5	163	323
Mantut (Minya)	11340	9	112	327
Iqal Shamia (Minya)	20325	5	90	290
Saidya No 2 (Sharqia)	17180	43	142	86
Bahr El-Gharag (Fayoum)	59000	5	——	247

Table 2 - Estimated capital cost of mesqa improvement (LE/fed.)

Improvement Alternative	Command Area					
	Balaqter	Ashruba	Mantut	Iqal	Saidya	Bahr
Low Level Unlind	259	700	550	689	861	480
Raised Unlined	388	—	—	—	—	—
Rasied Cast-in-situ Concrete	455	—	—	—	—	—
Raised Pre-cast Concrete	517	868	867	970	1063	713
PVC pipeline	827	1612	1611	1595	1202	827
Average Cost	489	1060	1009	1085	1042	673

In order to examine the reliability of these cost estimates, a real cost data as presented in a cost sharing workshop (AUC, 1992) was collected. Other cost records were extracted out of awarded IIP construction contracts, USAID (1993). Table (3) shows these costs which are combined for both PVC pipeline and raised pre-cast concrete mesqas. The actual cost of mesqa improvement in Balaqter, as shown in the table, is about 11% higher than the estimated cost. On the other hand, the actual average cost of raised and pipeline mesqas is LE 954/fed., while the estimated average cost, as can be calculated from table (2), is LE 1056/fed., i.e. 10% higher than the actual one. This cost comparison shows that the estimated costs are reasonable, and the average total improvement cost of raised and pipeline mesqas, including the main system and on-farm improvement is on the order of LE 1200/fed.

Table 3 - Real cost data for mesqa improvement (LE/fed.)

Command	Size (fed.)	Cost (LE/fed.)
Qiman Arous (Fayoum)	4576	1016
Qahwagi (Gharbia)	5757	863
Bahr El Saidi (Gharbia)	5099	1108
Saidya No. 1 (Sharqia)	7210	1028
Balaqter (Behaira)	2628	928
Beni Ebied (Minya)	1558	780
Average Cost		954

which cause problems of inequity along the canal, and decrease the quantity of water which reaches mesqas ; (f) On-farm water management problems and low irrigation efficiency ; and (g) Low water quality in some areas due to direct pumping from drains.

IIP Activities

The IIP has provided solutions for these problems through various activities : (a) Improvement of the conveyance efficiency of canals through remodelling and maintenance of over-excavated reaches, rehabilitation and/or replacement of head and cross-regulators and tail escapes, and replacing vertical gates of the control structures with radial or Avis/ Avio gates for better control of water levels ; (b) Supplementary irrigation water through drilling of groundwater wells, and/or drainage water reuse after being mixed with fresh water of the branch canals ; (c) Elimination of most of the direct take-offs by increasing water availability in mesqas ; (d) Land levelling of farms ; (e) Establishment of water User Associations (WUAs) for each improved mesqa for better operations and maintenance ; (f) Establishment of IAS in the MPWWR for water management extension services for farmers ; and (g) Improvement of mesqa system through introduction of alternate designs, and participation of the WUAs in selecting an adequate alternative.

The major effort of IIP has been in mesqa improvement and establishment of IAS and WUAs. Figure (1) shows typical deterioration conditions of a mesqa and two improvement alternatives. More details about mesqa improvement alternatives, IAS and WUAs are provided below.

Mesqa Improvement Alternatives

Low level Mesqas : This is the common mesqa type for farmers in Egypt. The design water level of these mesqas are below field level and water must be pumped by farmers. This type of mesqas has the advantage of being the cheapest to construct. These low construction costs are, however, offset by higher pumping and maintenance cost. A major maintenance problem results when a mesqa passes through a village, to be full of trash and debris. This problem may be solved by constructing a pipeline conveying the water through the village.

Raised Mesqas : The raised mesqa, as shown in figure (1), is placed on an embankment to enable gravity service to the marwas. A pumping station lifts water from the canal into the mesqa. This alternative has lower fuel costs than having each farmer pumps along the measqa. Those mesqas may by lined with cast-in-situ or pre-cast concrete to reduce the seepage as well as cost of clearing and desilting. Lining will increase the capital improvement cost.

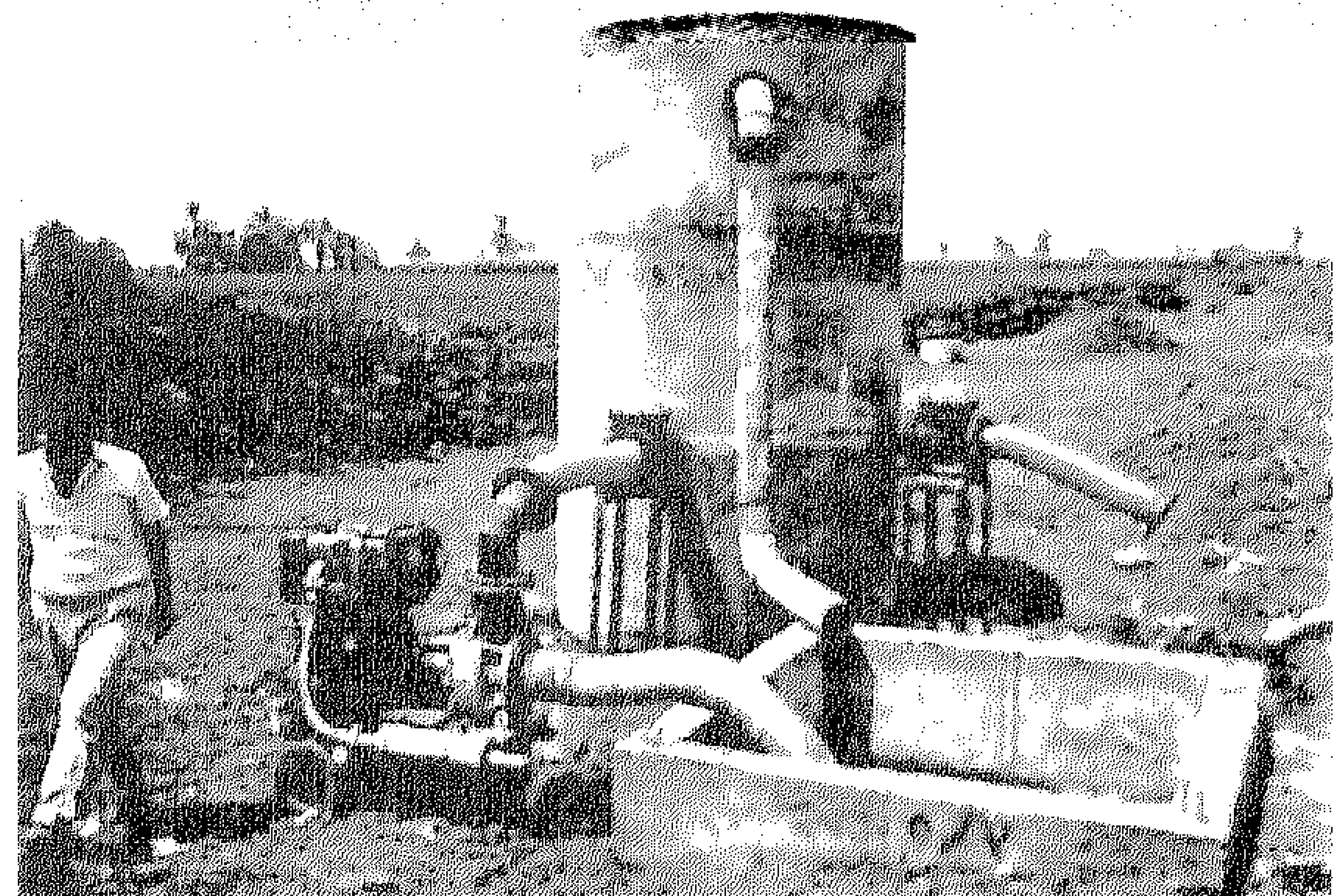
Pipeline Mesqas : This mesqa is below ground PVC pipline supplied by water lifted from the canal into a stand pipe, as shown in figure (1). The stand pipe is open to the atmosphere, and supplies the hydraulic



a - Mesqa before improvement



b - Raised pre - cast concrete Mesqa



c - Stand Pipe to supply pipeline Mesqa

Fig. 1 - Illustrative photos for mesqas, before and after improvement.

ANALYSIS OF SURFACE IRRIGATION IMPROVEMENT IN EGYPT

By
Mohamed Nasr Allam*

ABSTRACT

This paper describes and analyzes the irrigation improvement project (IIP) in Egypt. The IIP activities are mainly rehabilitation and improvement of main canals, branch canals and mesqas; and improvement of on-farm irrigation practices. The IIP provides farmers with water extension services and ensures farmer full participation in mesqa improvement and operation. The IIP activities are described and analyzed, and benefits and costs of IIP are identified. The economic feasibility of IIP at various canal command areas is discussed, and farmers share in IIP costs is presented. It is found that IIP is beneficial to the whole society in terms of its potential increase of agricultural production and water savings.

INTRODUCTION

The Government of Egypt (GOE) established the Irrigation Improvement Department (IID) in 1984 to implement the Irrigation Improvement Project (IIP) under the USAID and the Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR), funded through the Irrigation Management Systems (IMS) project. The basic approach of IIP is to integrate rehabilitation of the delivery system at the main and branch canals level with mesqa improvement and field water management. The objective of the project is to improve water conveyance efficiency, and to provide fair distribution of mesqa water among farmers along with irrigation scheduling which should result in an increase in agriculture productivity and an increase in water use efficiency. Improving mesqas from the present situation of wide irregular earth sections to either lined with much smaller sections or PVC pipes will eliminate most infiltration and evaporation water losses. The direct beneficiaries of IIP are farmers as a result of increase in their agricultural production and reduced water lifting costs due to the economy of scale of one lifting point (one pump) in the improved mesqa. Another direct benefit to farmers is land savings as improved mesqas occupy less land than the old ones. The remainder of the society benefits indirectly from this agricultural production increase and increased water use efficiency. Under the IIP, farmers would organize Water Users Associations (WUAs) to be responsible for irrigation scheduling, collecting fees for water delivery and maintenance of improved mesqas. Irrigation extension services are to be provided by the irrigation advisory services (IAS) of the MPWWR.

This paper presents, out of the project paper (USAID, 1982), MPWWR reports, field visits and personal communications, the needs for IIP and its activities. Analysis of the project costs, benefits and economic feasibility, using estimated and real economic data, is performed, and the present cost sharing program for IIP is briefly discussed.

DESCRIPTION OF IIP

Irrigation Water Problems

The IIP was designed to improve the irrigation water conveyance system including both the main system and mesqa, and on farm improvements. The service area of IIP is the same as the command area of the main canal with its branch canals and mesqas. Motivation of IIP is the urgent need for solutions of serious irrigation problems reported for many of the canal command areas. Such problems are : (a) Inadequate water allocation and distribution. Mesqas located near the tail of main and branch canals have more water problems than mesqas at the head or the middle. Furthermore, for most of the mesqas, farmers at the tail usually suffer water shortage problems ; (b) Shortage of irrigation water in the main canals during months of peak demand ; (c) Low conveyance efficiencies in canals and mesqas due to over excavation, bank erosion and weed growth ; (d) Many of the irrigation structures are in need of repair or replacement ; (e) Direct off-takes from the canals

(*) Irrigation and Hydraulics Dept., Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt.

CONTENTS

ARABIC SECTION :

ENGLISH SECTION :

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel: 5740488

VOL. 33 ISSUE No. 4 - 1994 ISSN 1110 - 1253

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

* Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor.
* The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
* Scientific articles may be typewritten in Arabic or English and should start with abstracts in both languages.
* Authors' names should be given in full, in both languages, together with their academic titles and professional occupations
* The Journal does not hold itself responsible for the opinions or the contents expressed by the authors.
* Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abreviated and tables replaced by curves.
* Curves to be drawn on tracing paper, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
* References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to author's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

Yearly Subscriptions

Inland:

Engineers	20 L. E.
Non - Engineers	50 L. E.
Organisations	500 L. E.

Abroad

Individuals	75 US $
Organisations	500 US $